LEZIONI
DELLA NATURA

OVVERO

L'ISTORIA NATURALE, LA FISICA, E LA CHIMICA

PRESENTATE

ALLO SPIRITO E AL CUORE:

OPERA DI LUIGI D. GIÀ CORRISPONDENTE DELL'ACCADEMIA D'INSCRIZIONI E BELLE LETTERE, TRASPORTATA DALL'IDIOMA FRANCESE NELL'ITALIANO.

Res addent lumina rebus.
LUCRET.

Vol. VIII.

FIRENZE 1806.
NELLA STAMPERIA IN BORGO OGNISSANTI
CON APPROVAZIONE.

LE LEZIONI DELLA NATURA

OSSIA

L'ISTORIA NATURALE, LA FISICA, E LA CHIMICA

PRESENTATE ALLO SPIRITO, ED AL CUORE

LIBRO QUARTO

L' ACQUA

CONSIDERAZIONE CCXI.

Delle proprietà dell' Acqua, e delle sue parti componenti.

La teorìa generale del globo che abitiamo; la contemplazione del regno vegetabile e del regno animale: tal' è il magnifico quadro che si è presentato ai nostri sguardi nelle precedenti Considerazioni. Egli ci ha presentato

lo spettacolo infinitamente vario di tutto ciò che ci riguarda e ci interessa più nella natura visibile. Ma senza l'acqua che anima e vivifica queste differenti parti, la terra non sarebbe più che un globo senza produzioni e senza abitanti. Agente quasi universale, l'acqua concorre alla produzione, al mantenimento, alla riparazione di quasi tutte le sostanze che compongono i differenti ordini della natura. I vegetabili debbono a lei il loro sviluppo, il loro accrescimento e la loro vita. I minerali non si formerebbero nel sen della terra, se l'acqua non dissolvesse, non trasportasse seco, e non riunisse i principj che gli compongono; l'uomo stesso, e tutti gli animali languirebbero, e ben tosto terminerebbero una vita infelice, se l'acqua non mantenesse i loro alimenti, non dasse la fluidità agli umori che circolano nei loro corpi, e non rinfrescasse continuamente l'aria che essi respirano. Per il grande ufizio che fa quest' elemento nei tre Regni, e in tutta la parte della atmosfera che è vicina alla terra, merita specialmente la nostra attenzione.

Il Fisico osserva il peso dell'acqua, ottocento cinquanta volte più considerabile di quello dell' aria; i suoi tre stati di diaccio, di liquidità e di vapore; la sua elasticità quasi nulla nello stato liquido, maggiore in quello di diaccio, e massima in quello di vapore; la sua dilatazione estrema per il calore, a segno che essa occupa mille quattrocento volte più spazio, che allor quando è liquida.

Estendendo d' avvantaggio queste considerazioni, il Chimico si occupa dell' effetto del calore sull' acqua: egli la vede ridursi in vapore; insiste sul fenomeno della ebollizione, dovuta a una porzione d' acqua aeriforme, che non può più restare in dissoluzione nella parte ancor liquida e calda: egli prova che il vapore è un vero composto d' acqua e di calore: egli determina gli effetti dell' attrazione, che esiste tra l' acqua e l' aria, e che tiene l' aria imprigionata nell' acqua liquida, o l' acqua sospesa, e disciolta nell' aria. Questo fluido elastico, carico d' acqua, come lo è sovente l' atmosfera, la lascia cadere ai suoi sguardi

in forza del raffreddamento, e gli mostra la cagione delle nebbie e della rugiada. Questa stessa dissoluzione dell'acqua per l'aria, allorchè questa ne è saturata, essendo specificamente più leggiera dell'aria asciutta, gli spiega perchè il mercurio discenda nel barometro, allorchè l'atmosfera è molto umida.

L'acqua è stata sempre chiamata il gran dissolvente della natura, e ciò non è senza ragione, poichè nessun corpo sembra resistergli: le pietre le più dure sono scavate da questo liquido; le loro molecole vi restano anche sospese. Le terre trasportate dall'acqua nei differenti punti del globo, vi sono in seguito depositate sia in strati inclinati o orizzontali, sia in cristalli regolari dispersi quà e là nelle cavità sotterranee. Tutti i sali si disciolgono in questo fluido: onde è assai raro di ritrovar l'acqua pura. Sovente in una sola goccia si trovano riuniti i quattro elementi e i tre regni della natura. Non si resterà sorpresi se si considera quante particelle straniere debbon l'acqua incontrare percorrendo l'aria e la terra. Senza le parti di fuoco che ella

contiene, diverrebbe solida e compatta; poichè privata di tutto il suo calore, essa si condensa, e acquista la durezza della pietra. Che ella sia impregnata d'aria è ciò che provano appunto le bolle che ne scappano quando si colloca nel vuoto, sotto il recipiente della macchina pneumatica. Essa contiene dei principj di vegetazione, poichè le piante traggono dall'acqua dei sughi nutritivi, crescono e si nutriscono per mezzo di lei. Certe piante vivono nel suo seno. Quanto al regno animale, è dell'ultima evidenza che si distingue egualmente nell'acqua. Senza parlar dei pesci e degli altri animali aquatici di cui è popolata, non vi ha neppure una goccia che non abbia i suoi abitanti, i quali distinguer si possono con l'aiuto del microscopio. Si sa d'altronde con qual facilità gl'insetti si propaghino nell'acque stagnanti.

I Chimici non riguardano come pura, che l'acqua che hanno separato per mezzo dell'evaporazione, da tutte le materie fisse che essa poteva contenere: questi ne ricevono i vapori nell'alto di un *lambicco* in cui si raffreddano

e si condensano. Tale operazione è fatta continuamente in grande dalla natura: l'acqua inalzata nell'atmosfera vi forma delle nubi che disciolte in pioggia sembrerebbero dover dare dell' acqua pura, ma siccome ripurgando l'atmosfera essa caricasi dei corpi che vi sono sospesi o disciolti, è ben lungi dall' esserlo.

Si sono immaginati molti mezzi per conoscer la purità dell' acqua. Delle osservazioni semplici e facili, come l'ebullizione pronta, la cottura dei legumi, la dissolubilità del sapone, il gusto di freschezza e la qualità senza odore ne somministrano tanti indizi sicuri.

Tali sono stati per lungo tempo e per la maggior parte le cognizioni che si erano acquistate sull'acqua: le opinioni sembravano assolutamente stabilite sulla semplicità della sua natura, riguardandosi come un elemento: Ma debbonsi alle ricerche moderne delle scoperte assai più grandi. Alcuni Filosofi avevan creduto che l' acqua si cangiasse in aria, o che questi due esseri avessero una grande analogia. Le moderne esperienze hanno infatti pro-

vato che l'acqua è un composto, e che contiene una gran quantità della base dell'aria vitale. Per esempio facendo passar dell'acqua in una canna di fucile infuocata, il ferro che forma questa canna resta calcinato interiormente, e aumenta di peso; l'acqua è decomposta nella medesima proporzione. Con moltiplicate esperienze si è riconosciuto, che l'acqua contiene presso a poco ottantacinque parti della base dell'aria vitale, ossia *ossigene*, e quindici parti della base del gas infiammabile, ossia *idrogene*.

Col mezzo di questa scoperta si apprezza l'azione dell'acqua sulle foglie delle piante, che esposte al sole assorbiscono l'idrogene dell'acqua, e ne separano l'ossigene nello stato di aria vitale, il solo proprio alla vita. Essa ha recato un gran lume sopra molti altri fenomeni, la cui cagione era incognita.

L'acqua che sembra essere il principal nutrimento delle piante, non adempie con tanta energia la medesima funzione verso gli animali. Essa non è molto nutritiva per loro, ma essendo

molto sottile discioglie le parti nutritive degli alimenti, e serve ad essi di veicolo, introducendoli fino nei più piccoli vasi. Ella si decompone in virtù della digestione, e i suoi principj entrano nell'economia animale. Essa è la bevanda la più sana, quella di cui gli uomini e gli animali posson meno temere.

Con qual bontà Dio provvede ai nostri bisogni! Egli ha preparato ciascun alimento, ciascuna bevanda nella maniera la più conveniente alla nostra natura, e la più propria a conservare la sanità e la vita. Benedichiamo il Signore per l'acqua che ci distribuisce sì liberalmente: essa estingue la nostra sete, essa serve a digerir gli alimenti; e quando per sostener la nostra esistenza quì in terra, non avessimo che il frumento dei campi e l'acqua dei fonti, impariamo a contentarcene: siamo sempre riconoscenti, e supplichiamo la divina Bontà di benedir questi alimenti, e di farcene godere con un cuor soddisfatto.

CONSIDERAZIONE CCXII.

Il Mare: suo flusso e suo riflusso.

Si dà il nome di Mare a quella unione d' acque salse che circondano i continenti, e che in molti luoghi penetrano nell' interno delle terre, ora per delle larghe aperture, ora per dei distretti più o meno riserrati. Tal' è l' immensa conserva, d' onde si partono tutte le acque che circolano sul nostro globo, e dove vengonò in seguito a riunirsi come in un centro comune.

Il flusso e riflusso è uno dei fenomeni più sorprendenti che ci offra il mare. Tutti i giorni al passaggio della luna per il meridiano, o qualche tempo dopo, si vedono le acque dell' Oceano alzarsi al disopra delle nostre rive, ritirarsi in seguito appoco appoco, e circa a sei ore dopo la lor più grande elevazione, trovansi al più grande abbassamento: esse risalgono di nuovo, allorchè la luna passa alla parte inferiore del meridiano; di maniera che l' alto e basso mare si osserva due volte in ventiquattro ore, e ritarda ciascun

giorno di quarantotto minuti più o meno, a tenore del passaggio dell' astro al meridiano. Queste rivoluzioni non succedono alla medesima ora, che al termine di circa trenta giorni, che è precisamente il tempo che passa tra un novilunio e l'altro.

Le maree aumentano sensibilmente al tempo dei noviluni e pleniluni, o un giorno e mezzo dopo; e l' aumento è soprattutto molto sensibile, quando la luna è più prossima alla terra, e quando la sua attrazione per conseguenza è più forte. Il sole cagiona una parte dell' elevazione delle maree: esse sono più grandi nei noviluni e pleniluni, poichè allora i due astri si attraggono insieme e concorrono al medesimo effetto; ma quando la luna è nel quarto, il sole distrugge circa il terzo del suo effetto. Questo moto è molto più considerabile nella Primavera e nell' Autunno, che nelle altre stagioni: al contrario le maree son più deboli nei tempi dei solstizi.

Le circostanze locali producono delle grandi differenze nelle maree: esse non sono che di tre piedi nei mari liberi;

esse vanno fino a quaranta o cinquanta a S. Malò, poichè le acque vi sono ritenute da un canale molto stretto, arrestate in un golfo, e riflettute o ripercosse ancora dalle coste d'Inghilterra.

Delle simili circostanze fanno sì che l'alta marea non succeda nel tempo stesso in cui la luna è nella maggiore elevazione, o più presso alla nostra testa. La collisione delle coste e del fondo del mare, la tenacità e l'aderenza delle parti dell'acqua sono tanti ostacoli che la ritardano. Le maree sono meno sensibili nei piccoli mari: a Tolone, sul Mediterraneo esse non sono che di un piede in circa, e accadono tre ore dopo il passaggio al meridiano; ma per poco che il vento sia gagliardo, produce delle differenze più grandi che l'effetto delle maree, e le rende invisibili: così dicesi in generale non esservi marea nel Mediterraneo.

Non sembra mai possibile dopo tutto ciò che abbiamo detto, di non concludere che il flusso e reflusso non siano in rapporto con i movimenti della luna: ma senza entrar più addentro nella cagione di questo fenomeno, riflet-

tiamo sulle vedute che Dio si è proposte in queste rimarchevoli rivoluzioni. E' un' ignoranza scusabile di non potere spiegar perfettamente le leggi della natura, ma è un' ingratitudine inescusabile di non riflettere sull' influenza che queste leggi e questi grandi fenomeni hanno sulla terra che abitiamo.

Il primo vantaggio che ci procura il flusso, si è di rispinger l' acqua nei fiumi e di renderne il letto assai profondo, perchè possa trasportare fino alle porte delle grandi città le mercanzie il cui trasporto sarebbe senza di ciò impossibile. I vascelli aspettano questi accrescimenti d' acque per giungere alle spiaggie senza toccare il fondo, o per impegnarsi senza pericolo nel letto delle riviere. Dopo questo importante servizio le maree diminuiscono e lasciando rientrare il fiume nei suoi lidi, esse facilitano a quelli che gli abitano il godimento dei comodi che traggono dal suo corso ordinario.

Il libramento perpetuo dell' acque ci procura un secondo vantaggio, impedendo che esse vengano a stagnare, o

infettarsi per un troppo gran riposo. E' vero che i venti vi contribuiscono per la lor parte; ma nelle calme frequenti, il mare che è il ricettacolo in cui vanno a far capo tutte le immondezze del globo, potrebbe provare un' alterazione pregiudiciale agli abitanti della terra: il moto alternativo dell' acque impedisce i depositi nocevoli; egli attenua e separa e le materie corrotte, e per meglio mantenere il mare nella sua purità, egli vi mescola e sparge per tutto il sale di cui è ripieno, e che ne conserva la salubrità.

Le frequenti agitazioni di quest' ammasso di acque che circondano la terra, mi rammentano quelle per cui la vita è continuamente turbata. Essa non è altro che un continuo flusso e reflusso; essa cresce e diminuisce; tutto vi è soggetto a dei perpetui cangiamenti: nessuna gioja, nessune speranze, nessuna felicità son permanenti. L' uomo naviga in un fiume incostante e rapido, e disgraziato colui che in vece di dirigersi verso il porto, si lascia strascinar nell' abisso! Benedichiamo Dio tuttavolta per esser le nostre inquietudini

e i nostri mali semplicemente passeggieri: un dolore eccessivo e durevole è sì poco compatibile con la nostra natura, egualmente che una felicità costante e perfetta. Le vicende ancora della vita ci son vantaggiose. Una felicità non interrotta ci condurrebbe ad obliare Iddio, e ci farebbe cader nell' orgoglio; d'altronde un seguito continuato di disgrazie e d'infortunii potrebbe gettarci nell' abbattimento e indurire il nostro cuore. La Provvidenza sempre attenta ha tutto riunito con saviezza. Sottomettiamoci a lei in tutti gli eventi della vita: nella prosperità come nell'avversità procuriamo di condurci in una maniera che sia degna degli alti destini ai quali siamo chiamati.

CONSIDERAZIONE CCXIII.

Singolarità del Mare.

Non si considera ordinariamente il Mare altro che per una cosa spaventosa; se ne trascuran le maraviglie che ci offre, i benefizi di cui ci ricolma. E'

verissimo che il mare sia uno degli e-
lementi più formidabili, quando i venti
si sollevano, i flutti si ammontano, e
la tempesta si è dichiarata: allora i
vascelli agitati con violenza sono tra-
sportati lungi dal lor sentiero; le on-
de mugghianti sembrano inghiottirli ad
ogni momento; essi si riempion d'acqua,
sovente sono spinti su dei mucchi di
sabbia, o contro degli scogli dai quali
restano fracassati. Dei golfi prodotti
da delle grandi cavità, in cui si riscon-
trano delle correnti opposte, termina-
no col seppellirli nei loro abissi.

Non meno pericolosi i sifoni che s' i-
nalzano dal mare verso il cielo, e si
vibrano nell' aria al di sopra dell' O-
ceano, si aprono sovente con fracasso
e cagionano dei terribili effetti. Essi
si avvicinano ad un vascello, si fram-
mischiano nelle vele, lo sollevano;
quindi lasciandolo ricadere, lo fracas-
sano, o lo mandano a fondo: se non
lo sollevano, rompono gli alberi, lace-
rano le vele e l' inondano.

Ma quand' anche le tempeste non fos-
sero di alcuna utilità, opinione di cui
dimostreremo ben presto la falsità, sa-

remmo ingrati a non fare attenzione che ai danni che il mar cagiona, senza degnarci di riflettere sulla magnificenza dell' opere del Creatore, e sulla bontà che risplende fino nel profondo dell' abisso. La prima cosa rimarchevole che si presenta, è la salsedine del mare. Una libbra delle sue acque contiene circa un' oncia di differenti sali, di cui il sal marino forma la più gran porzione. L' affluenza continua d' acqua dolce in questo vasto ricetto non ne diminuisce sensibilmente la salsedine. Se questo fenomeno fosse dovuto a delle montagne di sale che il mar nasconde nel suo seno, sembra che dovrebbe esser più salata in certi luoghi che in altri. Frattanto non ne abbiamo alcuna prova sicura. E' possibile che i torrenti e i fiumi vi trasportino delle particelle di sal nitro e di altri sali: ma cosa è mai questo in paragone dell' immensa vastità dell' Oceano? Qualunque sia la cagione della salsedine del mare, questa bensì era necessaria perchè certi fini potessero essere adempiti: non solo essa preserva l' acque dalla corruzione; ma contribuisce a dar loro

quella densità che fa sì che i più smisurati pesi possano esser facilmente trasportati da un capo del mondo all' altro sull' onde.

Il colore del mare merita egualmente di essere osservato. Esso non è il medesimo da per tutto. Esso si mostra nero negli abissi, bianco e coperto di schiuma durante la tempesta; argenteo, dorato e misto dei più bei colori, quando tramontando il sole vi fa risplendere i suoi raggi. In quest' ultimo stato di calma le sue acque unite come un ghiaccio sembrano essere uno specchio in cui vanno a dipingersi il colore del fondo e quello del cielo. Diversi insetti, gli avanzi delle piante marine variano ancora il colore del mare. Nella calma esso sembra qualche volta seminato di brillanti stelle: sovente la traccia di un bastimento che fende le acque, è luminosa, e presenta come una riviera di fuoco. Questi fenomeni debbono essere attribuiti agli insetti fosforici o rilucenti, che racchiude nel suo seno.

Se tutte queste maraviglie non bastano per interessarvi, almeno le creature di cui il mare è ripieno eccite-

ranno la vostra ammirazione. Quì si discuopre un nuovo mondo popolato di un numero prodigioso di abitanti. Più varj forse nelle loro specie di quel che lo siano gli animali terrestri, superano questi nella grandezza, e la lor vita è più lunga di quella degli abitanti della terra e dell' aria. Cosa sono l' elefante e lo struzzo in paragone della balena, la cui lunghezza è sovente di sessanta in settanta piedi? Essa vive sì lungamente quanto la quercia; e non vi è alcuno animale, la cui durata possa esser paragonata alla sua. Frattanto secondo certe relazioni, esistono nell' Oceano degli animali che sorpassano anche la balena in grandezza.

Chi sarebbe tentato di far la nomenclatura delle diverse specie che popolano la superficie e il fondo dell' acque? Chi potrebbe esprimere il loro numero, determinarne la forma, la struttura, la grandezza e le proprietà? Quanto è mai infinita la maestà di Dio che ha creato il mare! Non è senza savie ragioni che egli ha per esso assegnato i due terzi della superficie del globo. I mari debbono esser la gran conserva delle acque: essi debbono ancora col

mezzo dei vapori che se ne alzano esser la materia delle pioggie, della neve, e d'altre simili meteore. Qual saviezza nella connessione che i mari hanno fra loro, e nel moto non interrotto, che il Creatore ha loro impresso! Similmente osserviamo che il fondo dell' Oceano è della stessa natura che la superficie della terra. Vi si trovano degli scogli, delle valli, delle caverne, dei piani, delle piante, e degli animali. Le isole di cui è sparso non sembrano che la sommità di alte montagne. Come ricusar di credere che il mare racchiuda un' infinità di maraviglie, alle quali nè i sensi, nè l' intelletto dell' uomo possono giungere; ma che tutte rendon testimonianza alla saviezza dell' Altissimo! Ammira, o Cristiano, Colui che ha stabilito nell' oceano, come sulla terra, dei monumenti di sua grandezza! Ammiralo soprattutto in quell' immensità che riempie di stupore quelli, che vedendo il mare per la prima volta non possono fare a meno di considerarlo dopo la veduta del Cielo stellato, come lo spettacolo il più maestoso e il più imponente.

CONSIDERAZIONE CCXIV.

Utilità delle Tempeste.

Nella stagione delle tempeste, quando le furiose procelle turbano la terra, e fanno tremare i suoi abitanti, noi mettiamo i venti e le tempeste nel numero dei disordini e dei flagelli della natura. I vantaggi che ne tragghiamo sono allora obliati, e non si fa attenzione che senza questi pretesi disordini noi saremmo infinitamente più disgraziati di quel che non lo siamo in effetto. Niente frattanto di più certo. Le tempeste sono uno dei mezzi più proprj a purgar l' atmosfera. Infatti consideriamo la temperatura che domina nella stagione dell' autunno. Che folte nebbie e mal sane; quali giorni piovosi, cupi e nuvolosi non conduce seco lei! Le tempeste sono principalmente destinate a dispergere questi vapori nocivi, ad allontanarli da noi; ed è ciò senza dubbio un beneficio d' un pregio inestimabile.

L' universo è governato colle stesse leggi che l' uomo. La sanità consiste

in gran parte nell' agitazione, e nella mescolanza degli umori, che senza ciò si corromperebbero. Egli è così del mondo. Perchè l' aria non divenga nociva alla terra e agli animali, bisogna che ella sia in una agitazione continua. Questi movimenti, e questi miscugli indispensabili sono operati non da dei venti dolci e deboli, ma dalle tempeste, che radunano i vapori delle differenti contrade, e formandone un solo ammasso confondono così i buoni con i cattivi, correggendo gli uni con gli altri. Le tempeste sono anche utili al mare. Se non fosse sovente agitato con violenza, il solo riposo dell' acqua in cui tante materie subiscono la putrefazione, gli farebbero contrarre un grado di corruzione che diverrebbe mortale a quelle armate innumerabili che racchiude nel suo seno, ai navigatori che ne percorrono la superficie, a tutti gli esseri viventi che non potrebbero fare a meno di provarne le funeste influenze. Il moto è l' anima di tutta la natura: egli vi mantien l' ordine, ne previene la distruzione. Sarebbe forse il mare eccettuato dalla

legge generale: il mare, comune ricetto, ove fanno a far capo tutti gli scoli della terra, e ove tanti milioni di sostanze animali e vegetabili depositano i loro escrementi e le loro spoglie?

Il mare deve avere il suo moto, come il sangue degli animali ha il suo: le altre cagioni che gli procurano un'agitazione dolce, uniforme e quasi insensibile, non bastano per scuoterne e purificarne la massa interna. Non vi sono che le tempeste che possano operare questo salutare effetto: e bisognerebbe accecarsi per non vedere i vantaggi che debbono risultarne per l'Uomo e per tutti gli esseri viventi.

Ecco una porzione delle utilità che ricaviamo dalle tempeste: e tali sono le ragioni che impediscono al savio di considerarle come dei flagelli distruttori, o almeno come dei veri disordini. E' vero che sovente le tempeste hanno precipitato nell'abisso dei vascelli ripieni di ricchezze: che hanno distrutto la speranza del coltivatore, devastato delle provincie, sparso da ogni parte lo spavento, la desola-

zione e l'orrore. Ma non vi è niente in natura che non abbia i suoi inconvenienti, e che non possa in certi punti divenir funesto. Conteremo noi forse il sole fra i flagelli del nostro globo, perchè la sua posizione ci chiude per qualche mese il seno della terra: e perchè in altre stagioni il suo calore arde i nostri grani e dissecca i nostri campi? I fenomeni che debbon sembrarci formidabili, son quelli i di cui vantaggi si riducono al niente in paragone dei mali che ci attirano. Ma si può dir questo delle tempeste quando se ne conosce l'utile che ne risulta per la terra, per gli uomini, e per gli animali?

Queste considerazioni non impediscono che non possiamo riguardare in certe circostanze i mali che tolleriamo, come degli istrumenti della Divina vendetta, ma che rientrano nell' ordine per lo scopo che ella vi si propone. Riconosciamo in ultima analisi che Dio ha tutto operato con saviezza, e che dobbiamo ringraziarlo della costituzione attuale delle cose. Felice l' uomo intimamente convinto che tut-

to nel mondo si rapporti al bene universale delle creature; che il male che può riscontrarvisi, è compensato da innumerabili vantaggi, e che i mezzi dei quali la Provvidenza si serve per provarci, o per punirci, sono essi medesimi dei beni, di cui l'effetto generale risarcisce abbondantemente il male che resulta in certi casi particolari.

CONSIDERAZIONE CCXV.

Della navigazione.

Tra i vantaggi che ci procura il mare, la navigazione ne è uno dei principali. Per uno spirito accostumato a riflettere, quest'arte può dar luogo alle meditazioni le più importanti. Quivi la curiosità è nel tempo stesso eccitata e soddisfatta in diverse maniere; e tutto vi diventa una sorgente di nuovi piaceri. Noi non riguardiamo d'ordinario la navigazione che per parte dei vantaggi che il commercio ne ritrae: ma perchè non getteremo noi un' occhiata sul meccanismo stesso e sul movimento dei vascelli, senza i

quali la navigazione non potrebbe aver luogo.

Qual sorpresa al primo aspetto di vedere una mole così enorme nuotare sopra un elemento sì leggiero come l' acqua! Il carico di un naviglio è immenso; e la sua pressione sul fluido che lo sostiene, deve esser prodigiosa. Un vascello da guerra di ottocento uomini d' equipaggio ha ordinariamente le provvisioni necessarie per nutrire questa moltitudine di persone per tre mesi; ed è montato con settanta pezzi di cannone. Ora non dando a ciascun individuo che cento libbre di peso, e ad un cannone che sei quintali, quantunque moltissimi di questi guerrieri strumenti pesino quaranta e più; e supponendo che ciascun uomo non mangi che tre libbre effettive per giorno, questo calcolo moderato presenta non ostante un carico enorme; e ancora nella nostra enumerazione non resta compreso nè il peso proprio del vascello, nè gli attrezzi, nè tutto ciò che è necessario al suo mantenimento, non più che le munizioni da guerra che eguagliano e sorpassano ancora la

somma totale degli oggetti di sopra enunciati. Or non è questa una cosa inconcepibile e che sembra opposta alle leggi della natura, che questa mole immensa possa essere spinta da un vento assai debole?

Non vi è niente di più naturale; e anche il contrario non potrebbe accadere senza miracolo. Come mai l'acqua, le cui parti non sono unite le une con le altre, può aver bastante forza e consistenza per sostenerlo? Quest'è un effetto dell'equilibrio: il vascello affonda fino a che il volume d'acqua che egli rimuove gli sia eguale in peso, e in tal maniera l'elemento che lo sostiene, non è caricato di più del vascello di quel che non lo era dell'acqua stessa che il vascello rimpiazza.

Altre volte la navigazione era molto più pericolosa e penosa di quel che non lo è al presente. Non si osava arrischiarsi in alto mare, si navigava vicino a terra e senza allontanarsi di troppo dalle coste. A' tempi d'Omero bisognavano agli eroi dei grandi preparativi e delle lunghe deliberazioni, avanti che si determinassero a passare

il mare Egeo: la spedizione degli Argonauti, vale a dire il tragitto della Propontide e del Ponto Eussino fu cantato come una spedizione maravigliosa. Cosa erano non ostante queste navigazioni in paragone delle nostre!

E' la scoperta della bussola che ha fatto traversare i mari con tanta confidenza: è essa che ci mette in stato d'intraprendere dei viaggi che l'antichità avrebbe considerati come favolosi. L'ago calamitato rivolgendosi costantemente verso il Nord, avvisa il navigatore delle regioni ove si ritrova, e di quelle ove vuole approdare. Nei giorni più nuvolosi, nelle tenebre della notte, in mezzo al vasto oceano quest' istrumento gli serve di guida, e lo conduce da un' estremità della terra all' altra.

Si riflette poco sopra i vantaggi della navigazione, e poche persone pensano a rendere al Creatore le grazie dovute per questo benefizio. Ad essa, o uomo, devi direttamente o indirettamente una gran parte delle cose che convengono alla tua sussistenza. Gli aromati e i medicamenti ti mancherebb-

bero, o almeno non ti giungerebbero che a gran fatica, se i vascelli non gli trasportassero nei nostri porti. Noi saremmo ben degni d'esser compianti se fossimo obbligati di trasportar per terra tutte le cose necessarie alla vita. Il carico di un naviglio si calcola a tonnellate, la tonnellata pesa duemila libbre; e vi sono dei navigli che portano fino a seicento tonnellate, vale a dire 1200000. libbre. Per trasportar per terra un simil carico, bisognerebbero, contando mille libbre per ciascun cavallo, trecento carri tirati ciascuno da quattro cavalli, senza parlare ancora del peso dei carri, ed altrettanti uomini almeno. Ma allora le ricchezze delle altre parti del mondo diverrebbero per noi nulle.

La navigazione comparirà un benefizio più grande ancora, se si considera che per suo mezzo la cognizione del Vangelo è giunta fino alle nazioni più remote. Questo pensiero m'inspira una viva riconoscenza verso Dio: ma da un'altra parte lo benedico, perchè la mia vocazione non è di affrontare i flutti, nè di esporre la mia vita a con-

tinui pericoli. Frattanto mentre al coperto dei pericoli vivo tranquillamente nel seno di mia famiglia, io devo almeno raccomandare al Dio Onnipotente quei miei fratelli che sono obbligati a percorrere i più vasti mari e ad intraprendere i viaggi i più pericolosi per il bene della società.

CONSIDERAZIONE CCXVI.

Origine dei fonti e dei fiumi.

Collocate comunemente in valli; adombrate da alberi che crescono sulle loro sponde; perpetuamente rinfrescate dall' acqua novella che vi scorre continuamente, animate dal canto degli augelli che vengono a cercarvi asilo contro l' ardor del sole, e un' acqua limpida per dissetarsi, e bagnarsi; le sorgenti e le fonti sono per l' ordinario dei luoghi piacevoli. Arrestiamoci quivi, e mollemente assisi sopra un strato di zolle e di fiori, che circonda il recinto di questa sorgente, riflettiamo sulla loro origine, e sui progressi col favor dei quali noi le vedremo tra-

sformarsi in seguito in fiumi maestosi.

D' onde può nascere un fiume qual è il Rodano? Qual potenza presiede al mantenimento del Danubio, e del Gange? Ove sono collocate le conserve immense e per così dire eterne, che somministrano quest' acque sempre nuove, e che riempiono per dei canali ignoti questi vastissimi letti, con una profusione assai grande per provvedere a tutti i nostri bisogni, e assai misurata per non inondar la terra in vece di fertilizzarla?

Tutti i gran fiumi sono formati dalla riunione delle riviere; le riviere nascono dai ruscelli che vanno a precipitarvisi; e i ruscelli provengono dalle sorgenti e dai fonti. Ma d' onde vengono le sorgenti medesime? L' acqua per il suo peso e per la sua fluidità occupa sempre i luoghi i più bassi della terra: d' onde traggon dunque la loro origine quelle che distribuiscono sì costantemente le regioni le più elevate?

Le pioggie, la neve, le rugiade, e generalmente tutti i vapori che cadono dall' atmosfera, somministrano questa

massa enorme di acqua, che scorre dalle sorgenti sopra tutta la superficie del globo: di quì ne deriva che le fontane e le riviere son sì rare nell' Arabia deserta, e in una parte dell' Affrica ove giammai non piove.

Le acque per diverse aperture si insinuano nel corpo delle montagne e delle colline; esse si arrestano sopra dei letti or di pietra, or di argilla, che non possono traversare; quindi esse si accumulano e formano delle fontane; ovvero esse si ammassano dentro a delle cavità o a delle grotte di dove traboccano in seguito, o appoco appoco sgorgano per mille aperture per guadagnar sempre il basso ove le porta appunto il loro peso.

Dal mare provengono tutte le acque che fertilizzan la terra. I vapori che se ne inalzano son ben bastanti per somministrare alimento al corso di tutti i fiumi; e le montagne son quelle che per la loro struttura arrestano i vapori e le piogge, che le racchiudono nel lor seno, e ne formano così quelle correnti passeggiere o perpetue secon-

do l'estensione e la profondità del bacino che riunisce le acque.

Coronando di ghiacci eterni le nude sommità delle alte montagne, l'Autor della natura ha preparato le inesauribili conserve che debbon continuamente servire al mantenimento dei fiumi, a fronte ancora delle più ostinate siccità. Sospesi in qualche maniera nei luoghi superiori dell'atmosfera, questi immensi diacci sono fuori del colpo delle cause che riscaldano i luoghi inferiori, e che durante gli ardori della canicola precipiterebbero i loro diacci già liquefatti: così questi non struggonsi, che lentamente e per gradi. Dei milioni di sottilissimi fili d'acqua distillano appoco appoco dalla loro superficie esteriore, riscaldata dal sole; e riunite in ruscelli si precipitano di scoglio in scoglio per andare a nutrire i fiumi e fertilizzare le campagne. Nei giorni freddi al contrario, sono i luoghi interni e sotterranei che somministrano in maggiore abbondanza il mantenimento dei fiumi. Così il mare malgrado tutti i suoi sali è real-

mente quello che serve ad estinguer la nostra sete. Il vento ci trasporta i vapori che se ne esalano; le punte delle montagne servono a fissarli; i buchi, le aperture, le ineguaglianze che rendono il terreno sì spaventoso introducono le acque nel seno delle montagne: i letti di materie dure le arrestano.

Allorchè in vece di racchiudere il mare nell' interno della terra, Dio giudicò a proposito di tenerlo allo scoperto, e allorchè permise al sole e ai venti di sollevarne in aria un altro oceano di vapori dolci e benefici, egli creò al tempo stesso quelle grandi escrescenze che sembrano sfigurare il nostro globo, e non tendere a nulla di utile. Sono esse frattanto che travagliano per tutto nei continenti e nell' isole a riunire perseverantemente la quantità di acqua necessaria per formare queste correnti che sono come i legami della società. Nessuna connessione in apparenza tra il mare che ci serve di confine a ponente e i dirupi spaventevoli delle Cevenne, della Voga, e delle alpi, che ci serrano a levante: sono frat-

tanto questi monti e l' oceano la cui felice armonia concorre a non lasciarci mancare di un fluido il più necessario alla vita. I colli che limitano sì piacevolmente la nostra veduta, ci somministrano un chiaro fonte, un util ruscello; ma le Alpi che s' inalzano fra l' Italia e la Francia, servono di principio al Reno, al Rodano, e al Pò; e quantunque queste montagne siano la maggior parte sterili di lor natura, esse formano per altro di queste due grandi regioni, due deliziosi giardini. Abbattute le Alpi e le Cevenne subito la Lombardia resta disseccata, e una parte della Francia si cangia in uno spaventoso deserto. Tutte le parti adunque che compongono il globo, si ajutano fra loro scambievolmente: tutto è legato; la terra intera è l' opera d' un' Intelligenza unica, e il bene dell' uomo ne è visibilmente il fine.

E' Dio che sopra le altezze della terra richiama queste sorgenti benefiche, che ora scorrono e serpeggiano fra gli scogli, ora si precipitano in cascate, ed ora sono ingrossate da nuove acque: esso parla, e nel seno delle montagne

sorgono le fontane; le sorgenti divengono dei ruscelli, e ben tosto delle riviere e degli orgogliosi fiumi, che portano per tutto la fertilità e l'abbondanza. Gli abitanti delle campagne corrono a dissetarvisi, a cercarvi la freschezza; e le acque che scendono per le foreste e per i boschi formano la gioja delle bestie selvaggie di cui si servono per estinguere ancor esse la lor sete.

CONSIDERAZIONE CCXVII.

Utilità delle riviere.

Molti uomini calcolando lo spazio che le riviere occupano sul nostro globo, e le gran porzioni di terreno che tolgono alla cultura, s'immaginano che sarebbe cosa più vantaggiosa l'esser queste in minor numero. Ma basta esaminare la saviezza e le proporzioni che si vedon regnare in questa parte dell'universo che è la dimora dell'uomo, per concluder che questi canali vivificanti non vi sono stati gettati a caso, nè senza alcuna veduta di u-

tilità per tutti gli esseri che l' abitano.

Qual ornamento nella natura il corso di una riviera: sia ch' io mi arresti a considerare il moto delle sue acque, sia che osservi le utilità che ci procura, la bellezza del suo corso mi rapisce; la moltiplicità dei beni che ci apporta mi riempie di riconoscenza.

Questa non è in origine che un filo che scorre da qualche collina, sopra uno strato di creta o di sabbia. Il minimo ostacolo serve per imbarazzarlo nel suo corso; esso si raggira e serpeggia mormorando: finalmente esce dal suo intrigo, si precipita, guadagna il piano, e ingrossato per l' aggiunta di alcuni altri ruscelli si forma un letto, prende un nome, e diventa una riviera. Delle vaste praterie, una ridente verzura accompagnano fedelmente il suo corso; essa si aggira intorno a delle colline, e si ravvolge nei piani come per abbellire e fertilizzar più luoghi alla volta.

La riviera è il luogo ove accorre tutto ciò che vi è di animato in natura. Mille uccelli di tutti i colori e di

ogni specie, vengono continuamente a cantare sulle sue sponde, a svolazzare sulla sua superficie, a bagnarsi delle sue acque, a pescare, a nuotare ed immergervisi a gara; essi non lo abbandonano che con dispiacere quando l'arrivo della notte gli costringe a ritornare dentro ai loro ritiri.

Allora le bestie selvagge ne godono; ma all'aspetto del sole esse abbandonano il piano all'uomo, e la riviera agli armenti, i quali due volte il giorno lascian le lor pasture per venire alla sponda a dissetarsi o a cercar l'ombra e la freschezza. La riviera non piace a noi meno che agli animali: essa scorre nel bel mezzo delle nostre abitazioni; abbandoniamo comunemente le montagne e i boschi per stabilir le nostre dimore lungo il suo corso ridente e fertile.

Finalmente dopo avere arricchito le capanne dei pescatori, fecondato il soggiorno dell'agricoltore, somministrato de' bei punti di vista alle case di delizia, dopo aver fatto l'ornamento e la gioja delle campagne, essa giunge nelle città, e vi scorre maestosamente

tra due ordini di grandi edifizi e di palazzi che adorna, e che contribuiscono egualmente ad abbellirla.

Il primo scopo del Creatore formando le riviere è stato quello di somministrare agli uomini e agli animali una delle cose le più necessarie alla vita. L'acqua che proviene dalle sorgenti e dai pozzi, soprattutto allorchè essa ha soggiornato lungo tempo e senza moto sotto terra, stacca e porta seco delle particelle che possono esser nocive: quella delle riviere sempre all'aria libera, e sempre agitata, si purifica, si spoglia di tutto ciò che può intorbidarla e diviene così la bevanda la più salubre per tutti gli esseri animati.

L'utilità delle riviere si estende ancor più lungi. E' ad esse che dobbiamo la eleganza, i diletti delle nostre dimore, e la fecondità delle nostre campagne. Sempre le nostre abitazioni sono mal sane quando si trovano circondate da acque stagnanti, o allorquando la mancanza di qualche sorgente vi cagiona la siccità. Il più piccol ruscello rinfresca l'aria all'intorno, e vi spande dolci rugiade. Qual contrasto

sorprendente tra i luoghi bagnati da alcune acque, e il paese a cui la natura ha negato questo soccorso! L' uno è secco, arido e deserto; gli altri rassembrano ad un giardino delizioso, ove i boschi, le valli, le praterie, le campagne somministrano a gara e in larga copia i loro tesori. Una riviera che vi serpeggia fa tutta la differenza di queste contrade; essa porta da per tutto con se la prosperità, la freschezza; e sovente tal benefizio si estende a molte leghe, e anche a delle distanze considerabili per le rugiade che vi distribuiscono i venti.

In questa maravigliosa diversità di operazioni della natura si ritrova sempre il carattere di un solo agente, e l' intenzione benefica d' un Padre. Con quali difficoltà si farebbe il commercio, se i fiumi non ci trasportassero dai paesi anche i più lontani le produzioni che non posson crescere nel nostro! Di quante macchine non saremmo noi privati, se non potessimo metterle in attività col mezzo delle riviere? Quanti pesci delicati ci mancherebbero, se esse non ce li sommini-

strassero in abbondanza! Confesso che se non avessimo riviere, saremmo preservati certamente da quelle inondazioni che qualche volta cagionano nei bassi paesi del guasto, e delle funeste devastazioni; ma tale inconveniente impedisce dunque che le riviere non sieno un benefizio della Provvidenza? I vantaggi numerosi e permanenti che ne ritragghiamo non superano di gran lunga il male che esse fanno? Le inondazioni non accadono che rare volte, e non si estendono mai che sopra un piccol numero di luoghi.

Tutta la natura concorre a renderci felici. La privazione di un solo dei benefizi di Dio distruggerebbe una gran parte della nostra felicità. Sprovveduta delle sue riviere la terra perderebbe tutta la sua fecondità, e non sarebbe più che uno sterile ammasso di sabbia. Qual moltitudine innumerabile di creature perirebbe in un sol punto, se la mano che scavò tanti utili canali venisse a disseccarli? Ah! quali grazie non devo io a Colui che ordinò ai fiumi e alle riviere di esistere, e come potrei io godere dei vantaggi che mi

procurano, senza benedire l' Autore di tanti beni.

CONSIDERAZIONE CCXVIII.

Delle Acque calde e delle minerali.

Si vede in differenti contrade un gran numero di sorgenti di cui l' acqua non è nè dolce come quella di pioggia, nè salata come quella del mare, ma si trova unita con delle sostanze minerali infinitamente minute che essa estrae dalle viscere della terra, e che tiene in dissoluzione. Tra queste sorgenti alcune sono calde, altre fredde.

Naturalmente l' acqua è fredda nell' interno della terra: essa vi ha precisamente il medesimo grado di caldo e di freddo che i recipienti e i canali che la contengono; che le sabbie, le pietre, le terre attraverso le quali essa si filtra. Le sorgenti d' acqua dolce che nascono dal concavo di uno scoglio, da una profonda cavità hanno in tutti i tempi presso a poco l' istessa temperatura. Esse non compariscon calde

nell'inverno e fredde nell'estate che in paragone della temperatura attuale della atmosfera.

Ma l'acqua può riscaldarsi nell'interno della terra, sia per la vicinanza di un fuoco reale come quello di un vulcano, d'una miniera infiammata di carbone, sia per qualche effervescenza interna. Quella che passa sopra gli ammassi di piriti, le decompone, le fa entrare in effervescenza, ed acquista così un calore che può conservare fino al luogo ove essa divien sorgente.

Quindi le acque minerali che variano secondo la natura delle sostanze in cui si filtrano. Ve ne sono delle bituminose, delle saponacee, delle ferruginose, delle sulfuree, delle vetrioliche ec. secondo la natura dei principj che tengono in dissoluzione. Si denominano acque fredde quelle che non eccedono il grado di calor dell'atmosfera della terra: quelle che hanno un grado superiore a queste si denominano acque calde o *termali*.

Queste acque sia che si considerino relativamente alla loro formazione, o in rapporto alle grandi utilità che da

esse a noi ridondano, sono senza dubbio un dono prezioso del Cielo. Ma di quanta ingratitudine dobbiamo noi rimproverarci sovente a tal riguardo! I luoghi ove queste sorgenti di vita scorron per gli uomini in tanta abbondanza, sono essi sempre, come dovrebbero essere, dei luoghi consacrati alla riconoscenza e alla lode del medico per eccellenza?

Le acque termali, e i bagni caldi sono stati distribuiti sulla terra con una prodigalità che mostra l'intenzione del Creatore. Nella sola Alemagna se ne contan quasi 120., e queste acque hanno un tal grado di calore, che bisogna lasciarle raffreddare per 12., e a volte per 18. ore, avanti di potersene servire per i bagni. Un calore sì straordinario non proviene dal sole, poichè allor queste acque non lo conserverebbero che fino a tanto che fossero esposte all'azion di quest'astro: esse lo perderebbero nel seguito della notte, e più ancora durante l'inverno: esse lo debbono dunque ai fuochi sotterranei, e alle materie da loro disciolte.

Le virtù proprie a molte acque minerali, calde, o fredde, hanno impegnato i Chimici a ricercarne la natura; ed essi vi son giunti con farne l' analisi, vale a dire separandone i diversi principj che tengono in dissoluzione, ed esaminandoli. Questa cognizione diede luogo a formar delle acque minerali naturali; le quali hanno l' istesse proprietà per quanto l' arte possa imitar la natura. Non si tratta per questo che di dare all' acqua pura i principj che caratterizzano l' acqua minerale che imitar si vuole, e di farveli entrare nell' istessa proporzione in cui si trovano nella detta acqua. Forse ancora sarebb' egli possibile di dare alle acque artificiali un merito superiore, in un senso, a quello delle acque minerali che possono racchiudere abbondantemente, o in poca dose certi principj proprj a combattere una qualche malattia. Si concepisce che l' arte può aumentare a piacere nella tale o tale acqua artificiale i principj salubri relativi all' effetto che si vuol produrre; che può diminuire o togliere i principj che vi sarebber contrarj, e adattar

così quest' acqua al genere particolare d' infermità, che essa è destinata a distruggere o a sollevare.

Ammiriamo le ricchezze inesauste della Divina Bontà, che prepara per gli uomini queste sorgenti salutari che non si estinguon giammai! Le acque minerali possono senza dubbio essere state destinate ancora ad altri usi. Chi è quel mortale che possa assegnare il termine ove si arrestano i differenti vantaggi che nascono da un qualunque oggetto? Ma non è men vero che esse sono state prodotte per la conservazione e per la sanità dell' uman genere. E' per te o uomo che Dio fa scorrere queste sorgenti benefiche. Sii dunque commosso dalla sua Bontà, tu soprattutto che hai provato la virtù di quest' acque, e che esse hanno forse tolto dal pericolo di morte.

La tua anima penetrata dalla riconoscenza e dalla gioja si sollevi verso il Padre Celeste; essa lo glorifichi imitandone i suoi benefizi, e le tue ricchezze siano per i tuoi infelici fratelli delle sorgenti di consolazione e di vita.

CONSIDERAZIONE CCXIII.

Il ghiaccio, e i ghiacci perpetui naturali.

Quantunque l' acqua sia naturalmente fluida, un certo grado di freddo le fa perdere la sua fluidità, e la converte in una massa dura e solida che si appella *ghiaccio*.

L' acqua gela comunemente quando la temperatura dell' aria circonvicina corrisponde al *zero* del termometro di Reaumur; ed essa si gela tanto più prontamente quanto il freddo è più grande ed essa medesima è più pura. Un' acqua stagnante gela più facilmente che un' acqua che scorre; un fiume lento e pacifico più presto che un fiume rapido e impetuoso; le sponde di una riviera più facilmente che la corrente o il filo dell' acqua.

Il freddo che condensa tutti i corpi produce un effetto contrario sull' acqua convertita in ghiaccio: esso lo dilata e ne aumenta il volume. E' per tal ragione che il ghiaccio dimora sospeso sull' acqua. L' aumento che l' acqua acquista diacciandosi eguaglia circa la

quattordicesima parte del volume che essa aveva essendo fluida; di maniera che una massa di acqua che essendo liquida occupava quattordici piedi cubici, ne occupa quindici convertita in ghiaccio. Tal dilatazione ed aumento di volume è cagionato da un fluido perfettamente elastico, che dà tanta forza al ghiaccio. Gli sforzi che esso fa in certi casi sono prodigiosi; e tutti conoscono la famosa esperienza di Mr. Huyghens, nella quale un cannone di ferro grosso un dito ripieno d'acqua e ben sigillato, essendo stato esposto ad un forte gelo crepò in due luoghi in capo a dodici ore. Mr. Muschenbroeck avendo calcolato lo sforzo che fa il ghiaccio in simil caso ha trovato che era equivalente ad una forza capace di sollevare un peso di 27720. libbre; lo che è quasi incredibile, dice Mr. Brisson nel suo eccellente dizionario di fisica, riportando quest'esperienza. Non si deve dunque restar più sorpresi, aggiunge egli, che il ghiaccio faccia rompere i vasi che lo contengono; che sollevi i selciati; che faccia crepare i canali delle fonti che non

s' ha la precauzione di tener vuoti durante il gelo, che fenda le pietre, gli alberi ec.

E' per la stessa ragione che il gelo è sì funesto alle piante allorchè esse sono in succhio; l' abbondante quantità di liquido di cui sono allora ripiene dilatata dalla congelazione lacera le loro fibre e altera tutta l' economia della loro organizzazione.

Convertita in ghiaccio da un gran freddo l' acqua acquista una tal durezza, che durasi fatica a romperla con il martello. Si vide nel 1740. a Pietroburgo un palazzo che si era costruito di ghiaccio, e d' una bellissima architettura. Davanti a questo palazzo vi erano dei cannoni egualmente di ghiaccio; la palla di uno di questi pezzi, caricata d' un quarto di polvere, passò a sessanta passi una tavola di due pollici di grossezza senza che il cannone che non ne aveva che quattro in circa, cedesse ad una sì forte esplosione.

Il diaccio anche nel più gran freddo si esala continuamente in vapori. Nel freddo il più vivo quattro libbre

di ghiaccio perdono per l'evaporazione una libbra di peso in diciotto giorni; e nello spazio di 24. ore, un pezzo di quattr'once diviene più leggiero di quattro grani; ma le circostanze fanno variar questi effetti.

Il ghiaccio comincia per l'ordinario dalla superficie dell'acqua: è un errore il credere che si formi nel fondo, e che in seguito venga a galla; poichè il freddo venendo dalla atmosfera, non può avere il suo effetto al fondo senza essersi fatto sentir per l'avanti alla superficie.

Quando la congelazione comincia, si vedon formarsi sulla faccia d'un'acqua tranquilla delle piccole punte che si riuniscono le une alle altre formandone una tenuissima pellicola. A questi primi filamenti ne succedono altri: essi si moltiplicano e si allargano in forma di lama, che aumentando essa medesima in numero e in grossezza forma tutto un corpo solido.

„ Una massa di ghiaccio, dice Mr. de Mairan, formata da una lenta congelazione, sembra bastantemente omogenea e trasparente dalla sua superficie

esteriore che si è gelata la prima, fino a due o tre linee di distanza al di dentro; ma nel resto del suo interno e soprattutto verso il suo mezzo essa è interrotta da una gran quantità di bolle d' aria, e la superficie superiore che da principio si era formata piana si trova elevata, ripiena di disuguaglianze e di scabrosità.

„ Una pronta congelazione spande indifferentemente le bolle di aria in tutta la massa, che per questo è più opaca che nel primo caso; la superficie superiore è così e più convessa, e più ineguale. „

Esiste sulla superficie e nell' interno della terra un gran numero di ghiacci perpetui così detti ove l' acqua è costantemente solida come è nell' inverno. Gli uni debbon la loro congelazione alle brine che regnano eternamente sulle montagne che essi occupano; gli altri collocati nell' interno della terra ove regna comunemente una temperatura assai meno fredda che quella che gela l' acqua alla sua superficie, debbono la loro esistenza a degli ammassi di ghiaccio che conservando sempre la

stessa temperatura in quelle vaste cavità, vi congelano le nuove acque che vengono a precipitarvisi.

Fra i ghiacci perpetui esposti all'azione dell'aria e del sole, uno dei più maravigliosi è quello di Grindelwald nella Svezia: là il fondo di una valle e la punta di una montagna si presentano in un' estensione di circa cinquecento passi sotto l'immagine di un mare orribilmente agitato i cui flutti sospesi sarebbero stati ad un tratto sorpresi dal gelo; se ne vedon molti altri assai simili nelle Alpi. Quale spettacolo! Quando in un bel giorno di estate collocato sopra a una collina fiorita in vicinanza di uno di questi ghiacci l'osservatore discuopre ad un colpo d'occhio e le brine dell' inverno e i fiori della primavera e i frutti dell' estate e dell' autunno! Colpito da questo prodigio esclama con tenerezza: qual ordine, qual varietà, quali bellezze in tutte le opere della natura! Come tutto vi concorre ad adempire i disegni di un Dio benefico! Ah! se mi fosse concesso di avere una cognizione più intima del-

le sue profonde vedute, e dei fini che esso si propose in ciascun fenomeno, in qual estasi mi troverei immerso, giacchè quel poco ch'io conosco mi cagiona tali rapimenti!

LIBRO QUINTO

L' ARIA

CONSIDERAZIONE CCXX.

Natura dell'aria e sue proprietà.

L'Aria è quel corpo fluido e sottile che circonda il nostro globo, e che respiran tutte le creature viventi. Senza di tal fluido la terra quantunque organizzata con tanta arte, quantunque arricchita di quel vasto ammasso di acque che essa contiene non sarebbe che una massa spaventevole ed un arido deserto incapace di conservare la vegetazione delle piante e la vita degli animali.

Quest'immenso volume d'aria che s'inalza ad una altezza grandissima al di sopra della superficie della terra, e che partecipa del suo movimento diurno, quantunque sia sì vicino a noi che ci inviluppi da tutte le parti e che ne proviamo continuamente gli effetti, non ci è meglio cognito in quanto alla sua

vera natura che da poco tempo in quà. Ciò che sappiamo, e di cui possiamo convincerci allorchè agitiamo rapidamente la mano portandola verso il nostro volto, si è che l'aria è qualche cosa di materiale. E' meno incontrastabile che essa sia fluida; che le sue parti siano disunite, che esse facilmente discendano le une sopra le altre, ed obbediscano così ad ogni sorta d'impressioni: se l'aria fosse un corpo solido non sarebbe nè respirabile nè permeabile, e non avrebbe adempite le intenzioni del Creatore. Il peso è una proprietà che le è comune egualmente che a tutti i corpi; e quantunque ella sia ottocento volte più leggiera dell'acqua, un tal peso non lascia di esser molto considerabile; esso è che sostiene il mercurio nel barometro, che solleva l'acqua nelle trombe, che cagiona il corso dei liquidi per i sifoni, e fa scorrere il latte nella bocca del fanciullo che lo succhia. Una colonna d'aria eguale a quella dell'atmosfera pesa quanto ventotto pollici di mercurio, o trentadue piedi d'acqua dell'istessa base. Non calcolando che a due

mila libbre la forza con la quale essa gravita sulla superficie d'un piede quadrato, un uomo alto sei piedi sostiene continuamente un peso di ventotto migliaja, o dugento ottanta quintali; peso immenso da cui saremmo oppressi se la resistenza dell'aria che è nel nostro corpo non servisse ad esso di equilibrio.

L'elasticità dell'aria non è meno certa del suo peso; essa fa continuamente dello sforzo per occupare uno spazio maggiore; e quantunque essa si lasci comprimere, non manca giammai di dilatarsi allorchè cessa la compressione. Il calore manifesta singolarmente questa proprietà dell'aria in modo che nella sua dilatazione essa può occupare uno spazio di cinque o seicentomila volte più grande di quello che occupava per l'avanti, senza che questa prodigiosa dilatazione gli faccia niente perdere della sua forza elastica.

I primi chimici avevano considerato l'aria come un elemento. Le scoperte dei moderni hanno dimostrato che è un vero composto. Nessuno ignora

che le materie combustibili non possono bruciare senz' aria, che le medesime si estinguono nell' acqua, e anche in tutti i fluidi elastici che con l' apparenza dell' aria non ne hanno però le proprietà. Facendo maggiore attenzione a questo fenomeno si è scoperto che l' aria atmosferica era diminuita e realmente assorbita dai corpi che bruciano; di maniera che accendendo sotto una campana di vetro contenente cento pollici d' aria dello, zolfo o del fosforo, questi corpi ne assorbiscono più di 25. pollici, dopo di che la loro combustione si arresta. Un altro corpo immerso nel residuo di quest' aria vi si estingue ad un tratto. Si è concluso da tali fatti che l' aria atmosferica è un composto di due fluidi elastici: l' uno che ne forma più della quarta parte, estremamente respirabile e proprio alla combustione; l' altro che forma quasi tre quarti dell' atmosfera, il quale non è proprio nè alla respirazione nè alla combustione, e in cui esiste una qualità assai simile a quella di quei vapori soffocanti che si esalano da certe sorgenti sulfuree, o da cer-

te sostanze che si putrefanno. La combinazione di questi due principj forma l'aria propria a mantener la vita delle piante e degli animali. Estraendo la porzione dell'aria assorbita dai corpi abbruciati, si è trovato che quest'aria molto più pura di quella della atmosfera poteva servire ad abbruciare il triplo delle materie combustibili, che un egual volume di quest'ultima potrebbe abbruciare. Una candela o qualunque altro corpo acceso, immerso in quest'aria brucia con una rapidità molto più grande che nell'aria atmosferica. Si è dato il nome d'aria vitale a questo fluido, e siccome la sua base fissata in molti corpi combustibili dà loro un carattere acido, così tal base si è chiamata *principio acidificante*, o *ossigene*. Questo è lo stesso che abbiam veduto esistere nell'acqua come costituente una delle sue parti.

L'altro fluido che forma l'aria atmosferica, e che ne è poco meno che i tre quarti della medesima, è chiamato *Gas Azoto*, del tutto opposto al primo; esso estingue le fiaccole, priva di vita

gli animali, ed è un poco più leggiero dell' aria comune.

Questi due principj variano in quantità nell' atmosfera secondo molte circostanze; ma più ordinariamente cento parti d' aria comune ne contengono settantadue di *Gas Azoto*, e ventotto d' aria vitale. Questa proporzione stabilita dalla natura è quella che sembra convenire alla respirazione degli animali. Per mezzo di tal funzione l' aria vitale cangiasi in acqua e in una specie d' acido conosciuto sotto il nome d' *acido carbonico*, e la porzione di calore che perde in quest' operazione, sembra assorbita dal sangue degli animali: è per tal motivo che quelli che non hanno polmoni proprj a respirar l' aria hanno il sangue pochissimo riscaldato.

Lo stesso è tanto della respirazione quanto della combustione. Allorchè gli animali respirano per lungo tempo l' istess' aria, tutta la porzione d' aria vitale si trova cangiata in acido carbonico e in acqua; e siccome non possono respirare il *Gas azoto* che resta,

muojono ben tosto in mezzo a questo ultimo fluido mischiato con l' acido carbonico, che non può servir più alla respirazione. Tal è la ragione del pericolo dei luoghi troppo riserrati, e la causa dei mali sopraggiunti nelle circostanze in cui gli uomini si son trovati ammontati in luoghi molto ristretti. Ma la respirazione e la combustione saranno più facili a comprendersi dopo di esserci occupati del fuoco.

Tutte queste maraviglie sono ben degne della nostra ammirazione: esse mi annunziano la grandezza, la potenza, la bontà del Dio che adoro. Qual altro mai avrebbe potuto render l'aria propria a tanti usi! Egli solo che è il Creatore e il Padrone della pioggia, delle nevi, dei venti, e dei tuoni: egli solo è che opera tante cose! Con quale intelligenza non è stato misurato il peso, la quantità, l'elasticità, il moto dell'aria! Con qual bontà e saviezza dell'Onnipotente l'aria non è stata modificata per servire a un sì gran numero di fini utili alle creature! Sarebbe dunque possibile che io che respiro ad ogni momento questo

fluido sì necessario alla conservazione del mio essere, e che ne provo continuamente i benigni influssi, sarebbe possibile che io fossi insensibile alle tenere cure di Colui che per me lo creò! Una tale ingratitudine non mi renderebbe ella indegno del bene che risento tutte le volte che io respiro! Sì, o mio Dio, io unirò la mia voce a quella di tutto il creato per celebrare le vostre lodi: indirizzerò i miei canti al Signore, e lo benedirò per tutto il tempo della mia vita.

CONSIDERAZIONE CCXXI.

Atmosfera della terra.

Una sostanza rara, trasparente, elastica circonda la terra, dicesi, da ogni parte sino ad una certa altezza: questa è ciò che chiamasi *atmosfera*, ove si creano le nubi, i venti, e tutte le meteore. Questa sostanza aerea non è nel suo totale un corpo omogeneo: essa è sempre carica di una quantità considerabile di vapori e d'esalazioni

che escono dal sen dei mari, delle riviere e della terra.

La regione inferiore dell' atmosfera premuta dall' aria superiore, è per tal motivo più folta e più densa come lo esperimentano dal paragone quelli che salgono sopra le alte montagne. Ma è impossibile di determinare con precisione l' altezza della massa totale; solamente si congettura che ella è di quindici o sedici leghe. La bassa regione dell' atmosfera si estende fino all' altezza ove l' aria non è più riscaldata dai raggi che la terra riflette: la regione di mezzo si estende fino alla sommità delle più alte montagne, e anche sino alle nubi le più elevate, spazio ove si formano la pioggia, la neve e la grandine. Riscaldata solamente da dei raggi che vi cadono direttamente e a piombo, questa regione è molto più fredda che la regione inferiore, ma verisimilmente meno della terza che si estende sino all' estremità dell' atmosfera.

Dalla diversità delle particelle che si sollevano dalla terra nell' aria, resulta nell' atmosfera una diversità che è

molto sensibile. Un'aria pesante è più favorevole alla salute, che un' aria troppo leggiera, poichè la circolazione del sangue e la traspirazione insensibile vi si fanno assai meglio. L' aria quando è pesante, è ordinariamente serena: un' aria leggiera è sempre accompagnata da nubi, da pioggie e da neve: ciò che la rende assai umida: ma se è meno pesante, non ostante i vapori acquosi di cui è ripiena, succede che l' acqua ridotta in vapori occupando uno spazio 14000. volte più considerabile che nel suo stato ordinario, la massa dell' atmosfera diviene necessariamente più leggiera, poichè il suo volume si accresce in un rapporto più grande che quello dell' aumento della sua massa. In tal modo si spiega l' abbassamento e l' inalzamento del mercurio nel barometro. Una troppo grande siccità prosciuga il corpo umano, e gli è molto nociva: ma essa non ha mai luogo che nelle contrade molto sabbiose. Un' aria umida rilassa le fibre; essa arresta la traspirazione insensibile; e se oltre a questo è calda, ella dispone gli umori alla

putrefazione. Quando al contrario l'aria è troppo fredda, le parti solide si contraggono eccessivamente; le fluide si condensano, e quindi ne nascono le ostruzioni e le infiammazioni. La migliore è dunque quella che è piuttosto pesante che leggiera, che non è nè troppo secca nè troppo umida, e che non è che poco, o punto carica di vapori nocivi.

Formando l'aria atmosferica per concorrere alla vita delle piante e degli animali, l'Autor della natura ha dato ai due principj che la costituiscono il grado d'affinità che doveva unirli in una maniera convenevole al loro destino. L'aria vitale sola e separata dal *Gas Azoto* sarebbe per la sua eccessiva attività così pregiudiciale alla vita animale e vegetabile, quanto il secondo separato dalla prima. Quando la giusta proporzione che deve regnare tra i due principj costitutivi dell'aria, si trova accidentalmente alterata sopra qualche parte del globo, l'agitazione dell'atmosfera, il moto dell'acque, la vegetazione delle piante ec. vi ristabiliscono l'ordine naturale ri-

conducendo i due principj a quella proporzione che esige la natura.

Oltre alle diverse meteore di cui abbiamo parlato, dobbiamo all'atmosfera i crepuscoli che prolungano il giorno in diverse regioni del globo.

Le città e le provincie sarebbero ben presto spopolate, se l'aria fosse in un continuo riposo. Senza le burrasche e le tempeste che ne purificano la massa, e disperdono lungi i vapori e le esalazioni nocive, il mondo intero diverrebbe in poco tempo una vasta cloaca.

Quanto sono tenere le cure che prende di noi il Padre comune delle creature! Se non esistesse l'atmosfera, o se ella fosse diversa da quella che è, il nostro globo non sarebbe che uno spaventoso caos. E' una Bontà saggia che regola il tutto nella natura, nella maniera la più propria a far la felicità degli esseri sensibili. O uomo! A ciascun vantaggio che ti procura l'atmosfera, ricordati di Dio da cui derivano tutti i beni; e nei trasporti di pietà e di riconoscenza che inspirar ti deve la considerazione dei suoi bene-

fizi, loda il tuo Creatore, raddoppia per lui l'amore, e consacrati interamente al suo servigio.

CONSIDERAZIONE CCXXII.

Utilità e necessità dell'aria.

L'aria è uno di quei fluidi a cui il globo che abitiamo deve la sua vita, la sua conservazione e la sua bellezza. Il gran numero di cangiamenti che osserviamo nei differenti esseri che egli racchiude, dipendono dall'aria: essa è assolutamente necessaria alla conservazione degli animali che popolano la terra: essa lo è agli abitanti dell'acque che hanno tanto bisogno d'aria fresca e nuova egualmente che tutti gli esseri viventi. Gli augelli per essere in stato di volare debbono esser sostenuti da questo fluido. I loro polmoni hanno delle aperture per cui l'aria che respirano si insinua nella capacità del loro ventre. Il corpo dell'uccello riempito e gonfiato così dall'aria, diviene più leggiero e più proprio a volare. Le piante ancora per cresce-

re hanno bisogno d'aria, ed è a tale effetto che esse son ripiene di quella moltitudine di vene che servono ad introdurla, e col mezzo delle medesime fino alla minima particella della pianta essa è abbeverata del sugo che le conviene.

Ma se l'aria riunisce tante proprietà utili, non è egli naturale da un'altra parte di temere che l'esalazioni e i vapori che escono dalle viscere della terra, l'emanazioni che s'inalzano da tutte le sostanze animali e vegetabili che imputridiscono sulla superficie, i minerali che si decompongono, che si sottilizzano e si portano nell'atmosfera, non facçiano di questo fluido un composto di parti più o meno nocive all'economia animale?

Noi non possiamo disconvenire che ciascuna porzione d'aria che respiriamo non sia effettivamente composta di particelle le une salutari, le altre dannose; ma la Sovrana Sapienza ha saputo temperare questa mescolanza di maniera tale che la massa totale che ne resulta possiede le proprietà necessarie alla vita di colui che respira, e

quest' effetto è operato per una quantità di mezzi che meritano la nostra ammirazione.

L' atmosfera può esser considerata come un vasto laboratorio ove si opera un numero di mescolanze e di fermentazioni che combinano secondo differenti proporzioni gl' ingredienti che si sollevano nell' aria. I moti rapidi dai quali questo fluido è agitato, spandono lungi e distribuiscono in una maggior massa le sostanze straniere la cui soprabbondanza diverrebbe perniciosa. Differenti sostanze le neutralizzano, si oppongono agli effetti dannosi che esse potrebber produrre separatamente, e danno all' aria la salubrità che deve avere per esser propria alla respirazione.

Un altro mezzo tra le mani della natura per conservare la salubrità dell' aria, malgrado le cause che tendono continuamente a fargliela perdere, è l' atto della vegetazione. Le piante hanno molta parte nell' operazione per la quale la natura conserva l' aria atmosferica nel grado di purità necessario alla nostra conservazione. Esse assor-

biscono dell' emanazioni nocive agli esseri viventi, come un alimento che loro è proprio, e non ammettono che in parte l'aria vitale assai salutare agli animali. Questi dopo aver fatto profitto dell' aria purificata respirandola, la rendono a vicenda alle piante carica di parti che convengono al loro accrescimento.

Questa operazione benefica del regno vegetabile comincia ciascun giorno dopo che è levato il sole, e che ha con l'influenza della sua luce risvegliato le piante anneghittite nel corso della notte, o rinnovato la loro azione interrotta durante l'oscurità. Le loro foglie investite dai nuovi raggi di quest' astro decompongono l'acqua, e ne assorbiscono la parte costituente che chiamasi idrogeno: esse ne separano l'ossigeno, di cui una gran parte disciolta dalla luce e dal calorico si converte in stato d'aria vitale. Le piante che le fabbriche, o degli alberi alti e folti impediscono di esser percosse dai raggi solari, non somministrano egualmente dell' aria pura, e così non correggono quella che

è mal sana. Il prodotto dell' aria vitale dalle piante diminuisce verso la fine del giorno, e cessa interamente al tramontar del sole.

O ammirabile economia! Le foglie si conservano tanto lungamente quanto il calore causa sicura molto distinta di corruzione e d' infezione dell' aria, rende la lor presenza indispensabile. Si vedono cadere allor quando si fa sentire il freddo. Ma esse sussistono nelle contrade ove il calore e la corruzione regnano perpetuamente, e rendon per questo la loro azione continuamente necessaria. E' facile il conoscer di quì una delle gran cagioni della salubrità dell' aria nell' estate. Nell' autunno quando le foglie seccano e cadono, e nella primavera avanti che esse siano sviluppate, l' aria è mal sana a proporzione che fa caldo, poichè la più gran parte delle foglie che hanno la proprietà di correggere la cattiva aria o non esistono o non hanno che una debole azione.

L' aria delle terre paludose è sempre più o meno mal sana, e si sa che da questi terreni si esalano dei fluidi

dannosissimi. Per rimediarvi quanto si può, è degno l'osservare che le piante aquatiche o palustri sono precisamente quelle che sprigionano più aria vitale e che purificano più aria comune.

Non sono solamente le piante salubri che purificano l'atmosfera con l'abbondanza d'aria vitale che nel giorno vi spandono; le piante le più venefiche, quelle che recano il più dispiacente odore, ci rendono un simil servigio; forse anche queste ultime sono state dalla natura destinate ad assorbire più principj malefici.

E' dunque una verità incontrastabile, che tutto ha le sue utilità e il suo fine nell'universale accordo. Non vi è il più piccolo filo d'erba che non operi in questa maravigliosa economia, e che non travagli in silenzio per la più gran felicità degli esseri viventi.

CONSIDERAZIONE CCXXIII.

I venti.

I venti altro non sono che l'aria agitata, che passa da un luogo a un altro per un tratto non interrotto, e che se essa è troppo compressa, spinta con troppa velocità cagiona le tempeste le più terribili. Degl' interi villaggi rovesciati di cima a fondo, delle antiche foreste abbattute e sradicate; i flutti del mare sollevati ed accumulati in montagne mugghianti; tal' è l' effetto orribile di queste correnti d' aria che di tempo in tempo si precipitano da una spiaggia all' altra con un' immensa forza impulsiva. I venti che insorgono con impeto, per abbattere o per isvellere grandi alberi, percorrono trentadue piedi per secondo; ma questa celerità è qualche volta anche più considerabile; e un abil fisico ne ha osservato uno in Inghilterra che ne percorre 66. nel medesimo spazio di tempo.

Molta diversità regna nei venti. In alcuni luoghi soffiano tutto l' anno, e non cessano di farsi sentire che allor

quando un vento contrario predominante ne impedisce accidentalmente il corso. Tra i due tropici provano i navigatori un vento che sempre soffia d' oriente in occidente con qualche declinazione, e che quantunque assai debole, pure impedisce loro di ritornare verso il primo di questi punti per l' istessa strada che hanno seguita verso occidente. Dei venti conosciuti sotto il nome di *moussons* soffiano nel mar dell' Indie al sud-est dal mese di Ottobre fino al mese di Maggio, ed al nord-ovest dal mese di Maggio fino al mese d' Ottobre.

Certi mari, certi paesi hanno dei venti o delle calme a loro proprie. In Egitto e nel Golfo Persico regna sovente nel corso dell' estate un vento urente che impedisce la respirazione e che tutto consuma. Si vede qualche volta al capo di Buona Speranza formarsi una nube che appellasi la *nube funesta* o l' *occhio di bue* da principio molto piccola, la quale ingrossa a colpo d' occhio, e ne nasce ben tosto una furiosa tempesta che agita orribilmente i vascelli e gli precipita nel fondo del mare.

I venti incostanti e variabili senza direzione nè durata fissa regnano sulla maggior parte del globo. E' vero che alcuni possono soffiare più spesso in un luogo che in un altro, ma ciò non succede a epoche determinate: essi cominciano o cessano senza alcuna regola, e variano a proporzione delle diverse cause che scompongono l' equilibrio dell' aria. Il caldo e il freddo, la pioggia e il bel tempo, le montagne e i distretti, i capi e i promontorj ec. possono molto contribuire ad interrompere il loro corso e a cangiar la lor direzione.

Tutti i giorni e quasi per tutto allorchè l'aria è tranquilla e perfettamente in calma, si sente qualche momento dopo l' aurora un vento d' Est assai vivo, che annunzia l' avvicinamento del sole, e che continua anche qualche tempo dopo il nascer di quest' astro. Una tal meteora è dovuta senza dubbio all' aria riscaldata dal sol nascente, la quale si rarefà, e dilatandosi spinge verso l' occidente l' aria contigua, d' onde proviene necessariamente un vento d' Est che cessa in seguito

per noi a misura che ci troviamo in un'aria più calda. Per la stessa ragione il vento d'est deve non solo preceder sempre il sole nella zona torrida; esso deve soffiare anche con più forza che nelle nostre contrade ove l'azione del sole è molto più moderata. Ecco perchè si sente costantemente nel *gran mar Pacifico* un vento che soffia dall'est all' ovest, o da levante a ponente.

I venti non sono un effetto del caso, di cui non si possa assegnare nè il destino, nè in parte le cause. Non si saprebbe dubitare che non bisogni ricercarle nelle variazioni del caldo e del freddo, nella posizione del sole, nella natura del suolo, nell' accensione delle meteore, nella risoluzione dei vapori in pioggia, nell'assorbimento istantaneo di certe specie di gas, ed altre simili cause capaci di agitar l'aria con più o meno di forza. Per esempio nella quindicesima delle sue lettere ad una principessa d'Alemagna, lettere sì proprie a metter le nozioni fisiche più interessanti alla portata di quasi tutti gli spiriti, Mr. Eulero fa osservare che da che l'aria divien più

calda acquista in forza della sua elasticità una maggior dilatazione; di maniera che allor quando un paese divien più caldo dell'altro, l'aria deve necessariamente scorrere dal primo al secondo, d'onde resulta il vento. Ecco dunque di già una causa necessaria dei venti. Egualmente dalla teorìa dei venti di Mr. d'Alembert resulta che in virtù del moto di rotazione della terra deve regnare un vento perpetuo dall'est all'ovest: di più l'attrazione della luna che è capace di sollevar le acque del globo, deve comunicare qualche movimento all'atmosfera anche ad una grandissima altezza.

In tutto ciò che concerne i venti, come in tutte le sue opere il Creatore manifesta la sua saviezza e la sua bontà: esso regola il moto, la forza e la durata dei venti, e prescrive loro la carriera che debbono percorrere. Allorchè una lunga siccità fa languire gli animali, e dissecca le piante, un vento che viene dalla costa del mare, ove si è caricato di vapori benefici, rinfresca le praterie, e rianima tutta la natura. Quando quest'oggetto è adem-

pito, un vento secco soffia dall' oriente, rende all' aria il suo sereno, e riconduce il bel tempo. Il vento del nord dissipa tutti i vapori nocivi dell' aria dell' autunno. Al crudo vento del settentrione succede il vento del Sud, che espirando dalle contrade meridionali riempie tutto del suo fecondo calore. Così con queste continue variazioni la fertilità e la sanità sono mantenute sulla terra.

Dal sen dell' Oceano si sollevano nell' atmosfera i fiumi che vanno a scorrere nei due mondi. Dio ordina ai venti di distribuirli sull' isole e sui continenti. Questi invisibili figli dell' aria gli trasportano sotto mille forme diverse: ora gli stendono nel cielo, come dei veli d' oro e dei padiglioni di seta, ora essi gli riducono in forma di orribili dragoni e di ruggenti leoni che vomitano fuoco con orribil fragore: essi gli rovesciano sulle montagne in piogge, in grandine, in nevi, in torrenti impetuosi. Quantunque bizzarri sembrino i loro servigi, ciascuna parte della terra ne riceve tutti gli anni la sua porzione d' acqua, e ne pro-

va il benefico influsso. Cammin facendo essi spiegano sulle vaste pianure del mare la varietà dei loro caratteri. Gli uni increspano appena la superficie dei suoi flutti, gli altri gli muovono in onde azzurre, questi le agitano con fragore, e ricuoprono di schiume le più elevate eminenze.

Chi potrebbe, o mio Dio, non rendervi le adorazioni che vi sono dovute! Tutti gli elementi sono nelle vostre mani, e alla vostra voce onnipotente essi s'irritano, e si appacificano. Voi l'ordinate, subito le tempeste si sollevano, volano di mare in mare, di clima in clima: ad un nuovo comando la calma rinasce in ogni parte. Come non sarei io tranquillo sulla mia sorte! Essa è fra le mani di Dio! Colui che regola a suo talento i venti e le tempeste, non potrà felicemente regolare i miei destini, e mentre che alla sua voce tutte le variazioni del mobil fluido concorrono al bene delle creature, non saprà egli far contribuire alla mia vera felicità tutte le vicende della natura?

CONSIDERAZIONE CCXXIV.

Natura e proprietà del suono.

Un suono tenero e flebile che fa scorrer delle lacrime; un suono vivo ed animato che ci toglie dalla malinconia e ci riconduce alla gioja; un suono dolce e pacifico che calma il furore e disarma la ferocia; un suono fiero e minaccioso che intimidisce l'audacia e fa tremare il delitto; un suono fermo e marziale che produce il coraggio, e sostiene il valore: il suono in una parola che ha tanto impero sulla nostra anima, che calma e commuove le nostre passioni, non è che un'aria diversamente modificata. Ciascun suono è prodotto dall'aria che ci circonda; ma ogni agitazione dell'aria non è propria alla produzione del suono. Perchè esso si formi, bisogna che l'aria subitamente compressa si dilati e si estenda in seguito in forza della sua elasticità: ciò che genera una sorte di tremito o di ondulazione simile presso a poco alle onde e ai circoli concentrici che si formano nell'acqua quan-

do vi si getta una pietra, o ai moti che concepiscono i differenti punti di una corda d' istrumento che toccasi; ma se questo moto ondulatorio non avesse luogo che nelle particelle d' aria che sono compresse, il suono non giungerebbe fino alle nostre orecchie. Bisogna dunque che l' impressione del corpo sonoro sull' aria contigua si propaghi circolarmente di particella in particella fino al nostro orecchio, per produrvi la sensazione.

Il suono percorre cento settantatre tese in un secondo; e questo calcolo verificato da una moltitudine d' esperienze, può essere di una grand' utilità in molte circostanze. Per esempio per sapere a qual distanza il fulmine sia dalla parte ove l' ascoltiamo rumoreggiare, e per sapere se siamo in sicuro, basta per questo contare i secondi o le pulsazioni del polso tra il lampo e il tuono, e contare per ciascuna di dette pulsazioni cento settantatre tese. Si determina con lo stesso mezzo la distanza respettiva di differenti luoghi terrestri, e quella che separa due vascelli in mare. Un suono debo-

le si propaga con l'istessa celerità che un suono più forte. L'agitazione dell'aria è intanto più considerabile allorchè il suono ha più forza, poichè una più gran massa è messa in moto. Il suono è dunque forte quando molte particelle d'aria sono in moto, ed è debole allorquando ve ne son meno.

Per non lasciar niente da desiderar d'essenziale sulla teoria del suono, aggiungiamo a ciò che è stato detto di sopra, alcune osservazioni che fa Eulero nella terza delle Lettere che abbiamo citato nella precedente Considerazione.

„ Quando ascoltiamo il suono di una corda agitata, le nostre orecchie ricevono dall'aria tanti colpi, quante vibrazioni fa la corda nello stesso tempo. Se dunque la corda fa cento vibrazioni in un secondo, l'orecchio riceve egualmente cento colpi nello stesso tempo, e la percezione di questi colpi è ciò che si chiama suono. Allorchè questi colpi si succedono uniformemente, e i loro intervalli son tutti eguali, il suono è regolare e tale come lo esige la musica; ma quando questi colpi si succedono inegualmente, o

gl' intervalli sono ineguali fra loro, ne resulta un fracasso irregolare che non può essere atto per la musica. Quando considero più attentamente i suoni musicali le cui vibrazioni si fanno egualmente, io osservo da principio che allor quando le vibrazioni, come pure i colpi che l'orecchio ne riceve sono più o meno forti, non ne resulta altra differenza nel suono, se non che diventa più o meno forte, il che produce la dissomiglianza che i musici indicano con le parole *forte* e *piano*. Ma vi è una differenza molto più essenziale allor quando le vibrazioni sono più o meno rapide, o se ne producono più o meno in un secondo. Quando una corda fa cento vibrazioni in un secondo, ed un'altra dugento vibrazioni nello stesso tempo, i suoni sono fra loro essenzialmente differenti: il primo è più grave o più basso, e l'altro più acuto o più alto. Tal è la vera diversità tra i suoni gravi ed acuti sulla quale aggirasi tutta la musica, che insegna a combinare dei suoni che differiscon tra loro per rapporto al grave e all'acuto, ma in maniera che ne re-

sulta un'armonìa piacevole. Nei suoni gravi vi sono meno vibrazioni nello stesso tempo che nei suoni acuti; e ciascun suono sul cimbalo racchiude un numero certo e determinato di vibrazioni che si compiscono in un secondo ".

Ma a che mi servirebbero le osservazioni che i fisici han fatte sulla natura, e le proprietà del suono, se non fossi costituito in maniera da riceverne la percezione? Io vi benedico, o mio Dio, non solamente perchè avete disposto l' aria in maniera che il suono possa esser prodotto dalle sue vibrazioni; ma perchè mi avete dato un organo capace di riceverne le impressioni sonore. E qual è quest' organo? Una membrana fina ed elastica tesa sul fondo del mio orecchio riceve le vibrazioni dell' aria, le trasmette ai nervi che le comunicano al mio cervello; e per questo ho la facoltà di distinguere tutte le specie di suoni. Ecco fin dove si estendono i miei lumi. Ma come succede che una parola pronunziata faccia nascere un' idea nella nostr' anima? Come mai un suono può egli produrvi tante diverse nozioni? Quì

taccio e sono obbligato a riconoscere la mia ignoranza, o piuttosto riconosco ed ammiro in ciò una libera e puramente arbitraria istituzione del Creatore, che per dei fini proprj solo di lui si è degnato mettere un legame tra il suono e le mie percezioni, come ne ha messo un altro tra l'azione degli altri miei organi e le mie sensazioni.

E' impossibile di fare un passo nella scienza della natura, senza discuoprire delle nuove traccie della saviezza e della bontà del Creatore. Se non vi fosse il suono, tutti gli uomini sarebbero condannati ad un eterno silenzio. Noi tutti simili saremmo a quei bambini che non hanno ancor l'uso della parola. Ma col mezzo del suono ciascun uomo può far palese i suoi bisogni, esprimere i suoi piaceri e le sue pene. Col mezzo di certe inflessioni di voce esso spiega i sentimenti del suo cuore, ed eccita anche in quello degli altri tutte le passioni che ha interesse di farvi nascere.

Ma Dio non si è contentato di darci la facoltà di distinguere i suoni con

l' organo dell' udito; esso ci ha ancora somministrato diversi mezzi per conservare questa preziosa facoltà. Allorchè uno degli organi che ci comunica i suoni viene ad esser viziato, l' altro non ne continua meno i suoi servigi. Un debole udito può ajutarsi con un *cornetto acustico*; e se accade che il condotto uditorio esterno sia offeso, il condotto interno la cui apertura fa capo fino all' estremità, supplisce alle sue funzioni.

Non al solo necessario o al solo utile il Creatore ci ha limitati in questo genere; esso si è degnato ancora provvedere ai nostri piaceri. Una moltitudine d' instrumenti di differenti specie ci ricreano e ci allettano. Noi dobbiamo alla musica uno dei piaceri i più puri e i più innocenti che possiamo gustare quando se ne faccia un degno uso. Essa sa piacere al nostro orecchio, calmare le nostre passioni, commuovere il nostro cuore, influire sulle sue tendenze, correggerle e moderarle. Quante volte quest' arte incantatrice non ha dissipato le nostre tristezze, rianimato i nostri spiriti, annobi-

lito i nostri sentimenti! I concerti melodiosi degli augelli ci rapiscono; noi possiamo apprezzare i loro deliziosi versi; essi danno per noi la vita a tutta la natura. Non vi è anche fino al maestoso fragore dei flutti, o al dolce mormorio delle fontane che non accresca i nostri piaceri. Il nostro nervo uditorio ci trasmette con la più gran fedeltà i tuoni di infiniti corpi sonori. Di quali sentimenti di gratitudine mi sento io penetrato, quando contemplo i beni di cui il Padre comune si compiace colmarmi! Potrei forse perderne la memoria? Ah! i miei cantici di ringraziamento si estenderanno sì lungi quanto il suono può estendersi: l' universo risuonerà delle mie lodi; il cielo e la terra ascolteranno le gran cose che Dio ha fatto per me; la mia riconoscenza farà servire la musica a glorificare il suo nome; e tra gli accordi i più armoniosi solleverò la mia anima verso il mio Benefattore per celebrare la sua bontà.

CONSIDERAZIONE CCXXV.

Altre osservazioni sopra il suono:

L' ECO.

Quando si dice che l'aria è il veicolo del suono, non è soltanto per congettura; un'esperienza molto semplice stabilisce questa verità: essa consiste in collocare sotto il recipiente di una macchina pneumatica un orologio in moto, proprio a far risuonare una campana, e che riposi sopra un guancialetto ripieno di cotone o di lana. Si fa il vuoto; quindi col mezzo di un gambo che attraversa l'alto del recipiente si appoggia sopra lo scatto che allentandosi mette la ruota in libertà di agire: si vede allora il martello colpire continuamente la campana senza ascoltare alcun suono.

Per render quest'esperienza anche più decisiva, collocate la campana in un primo recipiente che sia pieno d'aria, e che sia ricoperto da un secondo disposto in modo che fra ambedue si possa fare il vuoto. Quantunque si

produca il suono nel recipiente interno allorchè il martello è messo in moto; la campana dimora egualmente muta per l'osservatore.

Si è osservato che il suono acquistava della forza attraverso un'aria condensata; e che la densità restando la medesima, la forza del suono accrescevasi allorchè col mezzo del calore si aumentava l'elasticità dell'aria. Il suono si fa egualmente sentire ma più debolmente nell'acqua; sia che vi si immerga il corpo sonoro, sia che l'osservatore vi si trovi immerso egli stesso: ciò che indica che l'acqua è compressibile ed elastica fino ad un certo punto; quantunque fin quì non si sia potuto giungere a comprimerla sensibilmente con esperienze dirette.

Tutti i corpi solidi la cui struttura è tale che il moto di vibrazione impresso a qualcheduna delle loro molecule, possa comunicarsi attraverso la lor massa, saranno suscettibili ancora di trasmettere il suono. Un fatto assai singolare in questo genere si è quello che ha luogo allorchè avendo l'orecchio applicato a una delle due estre-

mità di una lunga trave si ascolta distintamente il colpo di un capo di spillo che urti nella parte opposta; mentre che appena l'istesso suono può sentirsi attraverso la grossezza della trave. Si vede bene in generale che nel primo caso il suono segue la direzione delle fibre longitudinali, ove la continuità delle parti è più perfetta che nel senso transversale; ma non si resti sorpresi che queste parti abbiano tanta elasticità, perchè il suono perda pochissimo della sua forza percorrendo lo spazio che occupano.

Il suono si propaga da ogni parte in linea retta quando non l'arresta nessuno ostacolo; di maniera che si può considerare ciascun punto del corpo sonoro come l'estremità di infiniti coni piccolissimi, e d'una indefinita lunghezza. Ciascun di questi coni è ciò che appellasi *raggio sonoro*.

I corpi che colpiscono l'aria immediatamente eccitano egualmente in questo fluido delle vibrazioni sonore. Così l'aria fa dello strepito quando si agita con violenza una sferza; e fischia al rapido impulso di una bacchetta:

essa diviene egualmente capace di risuonare quando va a ferire un corpo solido con una certa celerità, come allorquando il vento soffia contro degli edifizi, degli alberi, e d'altri oggetti che trovansi sul suo passaggio.

Noi abbiam detto che il suono percorre circa cento settantatre tese per secondo. La sua celerità è uniforme: solo è più debole a una più gran distanza, ma per altro esso fa successivamente degli spazi eguali in tempi eguali. La celerità sembra la stessa in un tempo piovoso, o sereno; ma la direzione e la forza del vento possono farla variare. Se il vento è diretto perpendicolarmente alla linea che va dal corpo sonoro all' osservatore, la celerità del suono è la stessa che in un tempo tranquillo: ma se la direzione del vento concorre colla linea di cui si tratta, allora secondo che essa è nel medesimo senso che il suono, o in senso opposto, bisogna aggiungere la celerità del vento a quella del suono, ovvero sottrarla. Finalmente la forza del suono non apporta alcun cangiamento intorno alla sua celerità, come l' abbiamo di già osservato.

Allorchè il suono incontra un corpo che gli fa ostacolo, le molecole d'aria che urtano questo corpo, e in seguito quelle che sono successivamente indietro, sono riflettute facendo il loro angolo di riflessione eguale all' angolo d'incidenza, d'onde ne segue che il suono si spande di nuovo in tutte le direzioni ritornando dall'ostacolo verso lo spazio che aveva traversato in principio. Tal è l'eco, questa invisibil divinità degli antri e degli scogli, sì decantata dai poeti, e che essendo tutta voce e tutto sentimento sembra trasformarsi nella persona che le parla; afflitta con la pastorella che piange, lieta con il fanciullo brillante di gioja, minaccevole con l' uomo il cui scorruccio si palesa con minacce.

Nei luoghi serrati come gli appartamenti il suono è continuamente rispinto da un muro all'altro; e allor quando il luogo ha la sua volta, o che le sue pareti abbiano una sensibile elasticità, detto luogo divien sonoro, vale a dire, sembra che il suono vi si prolunghi succedendosi continuamente dentro a sì piccoli intervalli

che l'orecchio non giunge a distinguere tutte le impressioni che nascono volta per volta. Ma se ci troviamo ad aria aperta in una certa distanza dall'ostacolo, scorrerà un intervallo di tempo sensibile fra il suono diretto e il suono riflesso, e si avrà un eco, che quelli che non vi fanno grande attenzione prendono per una semplice ripetizione dell' ultime parole pronunziate. Si vede facilmente perchè i poeti hanno collocato l'abitazione della lor pretesa divinità presso le montagne, gli scogli, i boschi.

Secondo che l'ostacolo che riflette il suono, è unico, o che si trovino molti ostacoli collocati a convenienti distanze, l'eco è semplice o raddoppiato. Nella prima specie ve ne sono di quelli che esattamente ripetono il primo verso dell' Eneide di Virgilio. Se ne cita uno dell' ultimo genere che ripeteva l' istesso suono sino a quaranta volte. Due muri paralleli che si tramandano scambievolmente il suono, possono produrre un eco raddoppiato per un osservatore collocato nello spazio intermedio.

L' arte ha disposto certe costruzioni

d' edifizi, in maniera da produrre col mezzo del suono riflesso un curioso effetto che spiegasi facilmente con l'ajuto della geometria. Se si suppone una volta o un muro di figura ellittica; un uomo collocando la sua bocca a uno dei punti che chiamansi *fuochi*, potrà pronunziare a voce bassa delle parole che saranno distintamente ascoltate da un orecchio situato all'altro fuoco, e resteranno segrete agli altri situati framezzo agli interlocutori, di maniera che non vi sarà che l' eco solo nella lor confidenza.

E' inconcepibile la potenza di quest' essere che, d' un corpo invisibile e in qualunque maniera impalpabile, e di cui la maggior parte degli uomini non avrebbe sospettato l' esistenza, se non fosse giammai stato agitato, sa produrre tante maraviglie che confondono l' uomo il più istruito, senza poter tuttavolta sorprenderlo, quando ne conosca l' autore.

CONSIDERAZIONE CCXXVI.

Effetti dell' aria racchiusa nei corpi.

Gli effetti dell' aria chiusa nei corpi sono sorprendentissimi. Nessuno ignora ciò che accade allor quando i fluidi vengono a congelarsi; l' acqua in questo stato rompe i vasi che la contengono; la canna di un moschetto ermeticamente serrata crepa con molta violenza.

Questi effetti di un gran freddo compariscono da principio incomprensibili. Per poco che uno sia istruito sa che la fluidità non è una proprietà essenziale all' acqua: essa non la deve che all' insinuazione del fuoco che la penetra; e diviene una massa solida da che essa ne è spogliata: sembra dunque che gelandosi le parti acquose dovrebbero ravvicinarsi, condensarsi; e che così i corpi nello stato di diaccio dovrebbero occupare meno spazio che non occupavano per l' avanti; tutto all' opposto, essi si dilatano, e aumenta il lor volume. D' altronde come mai potrebbe il ghiaccio galleggiare se non

divenisse più leggiero dell' acqua e non formasse per conseguenza un maggior volume?

Qual può essere la cagione di un effetto sì sorprendente? L' aria interna; poichè non è possibile di immaginare alcuna causa esterna. Questa non è il freddo, non essendo un essere reale, una qualità positiva, e a parlar propriamente esso non saprebbe penetrare i corpi. L' aria esteriore non può insinuarsi nell' acqua che contengono dei vasi di vetro o di metallo chiusi ermeticamente, e frattanto il ghiaccio non lascia di formarvisi. Bisogna adunque cercarne la cagione nell' aria interna che contiene quest' acqua, e per convincersi basta l' osservare quando ella comincia a congelarsi. Appena la prima superficie di ghiaccio si forma, il liquido si turba, e vedesi sollevare una quantità di piccole bolle d' aria. Sovente questa crosta superiore di ghiaccio s' inalza verso la metà, e si fende: l' acqua allora sgorga dall' aperture, slanciasi contro il vaso e si gela grondando lungo le pareti; di quì accade che verso il mezzo della superficie l' acqua sembra convessa.

Tutti questi effetti sono dovuti all'aria racchiusa nell'acqua, e essi non avrebber luogo, o almeno non si manifesterebbero che in un assai piccol grado, se avanti la congelazione fosse quasi interamente spogliata dell'aria che conteneva.

Si concepisce frattanto perchè un freddo rigoroso è sì nuocivo alle piante. Frattanto esso può per certi riguardi divenire molto utile alla terra. Un campo lavorato sul finir dell'estate è meglio disposto a ricever le piogge d'autunno, e a lasciarsi penetrar dalle medesime; se sopraggiunge in seguito un gelo, le parti terrestri si dilatano, si separano le une dalle altre, e il didiacciamento prodotto dalla primavera compie di render la terra più leggiera, più facile a lavorarsi, più propria a ricevere le felici influenze del sole, dell'aria e della bella stagione.

Ciò che abbiam detto basta per convincerci della forza dell'aria, e di questa virtù espansiva da cui ne ridondano sì gran vantaggi alla terra. La proprietà che ha questo fluido di con-

densarsi e di rarefarsi d' una maniera quasi incredibile, è una delle cagioni delle gran rivoluzioni, alle quali il nostro globo è sottoposto. Ma non succede che in un piccol numero di casi che possa divenir nuociva; e allora anche il male che ne resulta è compensato da beni molto più considerabili. Confessiamolo frattanto. Quivi come in tanti altri fenomeni naturali restano ancor delle cose di cui è impossibile all' uomo il render ragione. Quanto dunque non è convenevole allorchè contempliamo le opere di Dio, di portare a questo esame uno spirito di diffidenza di noi stessi, rammentandoci sempre la debolezza dell' umano intendimento. In qualunque siasi scienza, la presunzione è inescusabile; ma essa divien ridicola e insensata quando trattasi della cognizione della natura.

CONSIDERAZIONE CCXXVII.

Navigazione per l'aria.

Si può considerar l'atmosfera che circonda il nostro globo come un vasto mare nel sen del quale vivono e vegetano una moltitudine di esseri organizzati. E' evidente che essa è soggetta alla medesima causa che produce il flusso e reflusso nelle acque del mare propriamente detto, poichè l'azione di questa causa affetta indifferentemente tutti i corpi, e l'atmosfera terrestre è composta di parti pesanti, mobili e che come l'acque del mare hanno la loro rivoluzione diurna intorno la terra.

Ma questo mar sì sottile è egli accessibile agli uomini? E' loro permesso di dirigervisi come si dirigono sull'Oceano? Noi abbiamo gettato alcuni sguardi sulla navigazione, che col mezzo dei mari ha messo in comunicazione tutte le parti del nostro globo. Fermiamoci un istante sulla navigazione per l'aria la cui scoperta ha

avuto ai nostri giorni tanto splendore e tanta celebrità.

L'idea d' un viaggio intrapreso dall' uomo in mezzo dell' aria prometteva uno spettacolo sì imponente e sì proprio ad eccitare l' ammirazione, che si concepisce quanti siansi trovati più volte, genj assai arditi per tentare di realizzarla. Il volo degli uccelli inspirando un sentimento di rivalità sembrava offrire il modello del meccanismo che doveva servire all' esecuzione di questo progetto. Ma indipendentemente dalle facilità che il volatile trova nella conformazione del suo corpo, nella struttura e posizione delle sue ali per eseguire i diversi movimenti relativi al volo, la gran forza muscolare di cui è stato provveduto dall' Autore della natura è soprattutto ciò che gli dà il vantaggio di batter l' aria assai potentemente, e assai rapidamente per elevarsi a suo piacere, slanciarsi avanti, e sostenersi per l' aria sopra un istesso punto. Al contrario, la forza dei muscoli nel corpo umano, è assai inferiore a quel che esser dovrebbe per metterlo in stato di agir per aria

con una celerità proporzionata alla massa del suo corpo. Da ciò gl' infelici tentativi di tutti coloro che hanno aspirato alla pratica di un' arte che sembrava doversi lasciare agli eroi della favola.

Si poteva tuttavolta giungere al medesimo scopo in altra maniera, sostituendo al meccanismo del volo quello della navigazione: ma i mezzi proposti per adempir questo secondo oggetto si erano limitati a delle semplici speculazioni. Così non si avevano ancora relativamente all' arte di sollevarsi per aria che saggi infruttuosi, e delle speculazioni false e romanzesche, allorchè nel 1782. Montgolfier, avendo riflettuto sul fenomeno che presentan le nubi, che si sostengono ondeggianti sull' atmosfera, concepì l' idea di dare dei leggerissimi inviluppi a delle nubi artificiali, prodotti da una combustione per cui il calore dilatando l' aria racchiusa in questi inviluppi, rendeva il tutto specificamente più leggiero dell' aria esteriore.

Alcune esperienze che egli fece in particolare con suo fratello avendo a-

vuto una piena riuscita, ripeterono le medesime a Annonay, l'anno seguente in presenza di un gran numero di spettatori. Si vide una specie di un gran sacco di tela da principio informe ripieno di pieghe, e pesante, gonfiarsi e svilupparsi coll'azione del fuoco che erasi acceso al disotto, sollevarsi in seguito sotto la forma di un pallone di 110 piedi di circonferenza, e giungere all' altezza di mille tese. Quindi l'esperienza fu rinnovata più volte a Parigi, e la macchina servì a sollevare degli uomini che mantenevano il fuoco in una padella sospesa sotto l'apertura dell'aerostata. Nei primi esperimenti si impiegavano delle corde che permettevano a questa macchina di sollevarsi ad una certa altezza. Finalmente Pilatre-Desrosiers, e D'Arlandes partiti con l'aerostata abbandonato a se medesimo percorsero quasi quattromila tese in diciassette minuti, e dettero il primo spettacolo del viaggio che l'uomo abbia fatto a traverso all' aria.

Montgolfier nelle sue esperienze faceva bruciare delle materie animali con

della paglia per gonfiare il pallone ;
e si sarebbe potuto credere che l'inalzamento della macchina fosse dovuto in parte alla presenza d'un gas particolare composto dei differenti principj che sviluppavansi nella combustione. Ma è provato che quest' effetto proveniva unicamente dalla rarefazione dell' aria racchiusa nell' areostata.

Poco dopo la nuova dell' esperienza d' Annonay si era avuto a Parigi l' idea d' impiegare il gas idrogene, che nel più gran stato di purità a cui siasi condotto fin quì, è circa tredici volte più leggiero dell' aria. Non si trattava che di trovare un inviluppo impermeabile a questo gas, e nel quale si potesse imprigionarlo. Questo procedere era più dispendioso; ma nel tempo istesso meno pericoloso e di una semplicità in qualche maniera più elegante del primo: l' aerostata bastava a se medesimo; e il suo volume e il suo peso si trovavano sensibilmente diminuiti.

Tra le differenti specie d' inviluppi che furono proposti si preferì il taffettà intonacato con gomma elastica disciolta nell' olio di terebinto. Un globo di

circa 12 piedi di diametro costruito dopo questa nuova maniera, e lanciato dal campo di Marte, si sollevò in due minuti a quasi 500 tese d' altezza, si sostenne circa tre quarti d' ora nell' aria, e andò a cadere a quattro leghe da Parigi.

Qualche tempo dopo, Charles e Robert portati in una navicella sospesa a un aerostata dello stesso genere e di 26. piedi di diametro percorsero uno spazio di nove leghe avanti di discendere; e ben tosto il primo restato solo nella navicella s' inalzò ad un' altezza di quasi 1700 tese, come per andare a nome dei fisici a prender possesso della regione delle meteore.

A misura che un pallone di questa specie s' inalza sollevato sulli strati dell' aria la cui densità va diminuendo, il gas meno compresso tende ad estendersi; ciò che può cagionare la rottura del pallone. Si previene quest' accidente con adattarvi un' animella che si è padroni di aprire per lasciar uscire una parte del gas allorquando la sua dilatazione ha toccato il suo limite. Si può ancora moderare la re-

sistenza dell'animella di maniera che sia minore di quella della stoffa. In questo caso essa s'aprirà da se medesima per dare un' uscita al gas.

Per mezzo di un pallone poco differente nella sua figura, ma tutto simile nel suo meccanismo fisico, il diciannove Settembre 1784. tre Aereonauti passarono dal giardino delle Tuileries in Fiandra, avendo fatto un tragitto di circa cinquanta leghe in 6. ore di tempo.

Finalmente il 7. Gennajo 1785. Blanchard e Ieffieres, l'uno Francese, l'altro Inglese passarono d'Inghilterra in Francia, con gran stupore delle due nazioni che gli viddero tragittare arditamente l'Oceano per una strada per l'avanti incognita agli uomini.

Per render utile la brillante scoperta dei palloni a gas infiammabile, bisognerebbe trovare il mezzo di dirigerli. Ma se la cosa non è possibile con un meccanismo analogo alle ali degli uccelli, esso non lo è più con il meccanismo impiegato nella navigazione ordinaria. Basta per convincersene fare attenzione che in questa il vascello è

in due mezzi, di cui l' uno per la sua resistenza permette di dirigersi molto presso al vento coll' apparato delle vele; in vece che la navicella aerea immersa nell' aria, non può dispensarsi di seguire la direzione del vento. E' egli certo che la scoperta di cui parliamo non avesse più svantaggi che utilità? L' uomo che si serve dei mezzi i più innocenti a danno de' suoi simili, non abuserebbe egli di questo come di tanti altri, senza che s' abbian d' altronde bastanti risorse per riparare ai più terribili inconvenienti?

Ma l' uso dei palloni può condurre a delle scoperte interessanti per la fisica, e senza pericolo dell' umanità. Si potrebbe col loro soccorso determinare a quale altezza i venti che soffiano nella parte inferiore dell' atmosfera cangino di direzione, allorchè vi sono due correnti opposte l' una di sopra dell' altra: osservazioni importanti principalmente nei luoghi ove regnano i venti regolati. Si anderebbe ad attinger dell' aria a differenti elevazioni col mezzo di vasi ripieni d' acqua che si voterebbero in seguito per lasciarvi

entrar l'aria della regione in cui uno si troverebbe. L'analisi farebbe conoscere il rapporto tra le quantità di gas ossigene, e di gas azoto per ciascuna altezza. Si cercherebbe egualmente di determinare la legge che segue la diminuzione del calore a misura che uno s'inalza; cognizione utile per il calcolo delle refrazioni astronomiche. Finalmente lo studio dell'elettricità dell'aria e delle differenti meteore acquisterebbe molto dalle osservazioni fatte nel luogo stesso ove risiedono i fenomeni. Così si potrebbe utilmente mettere a profitto la scoperta dei palloni aerostatici, e non perdersi inutilmente nel ricercare la navigazione per l'aria che l'Autor della natura non ci ha interdetta senza giuste ragioni.

LIBRO SESTO

IL FUOCO.

CONSIDERAZIONE CCXXVIII.

La materia ignea.

Esiste per il globo che noi abitiamo un principio di calore senza il quale tutto ciò che ha vita in natura cesserebbe di esistere. Versando ad ogni momento sopra la terra degl' immensi torrenti di luce che la rischiarano, il sole vi versa egualmente dei torrenti di fuoco che la riscaldano, e torrenti d' un fluido particolare che la elettrizzano. Un fluido infinitamente sottile ci riscalda, questo è il *fuoco* propriamente detto. Un fluido egualmente sottile, agita ed elettrizza la natura; questa è la *materia elettrica*. Un fluido non meno sottile ancora ci rischiara; questa è la *materia luminosa*. Sembra alla fine che questi tre fluidi siano una istessa sostanza alla quale una diversità di modificazioni dà delle

proprietà differenti: e ciò è più conforme alla semplicità, e al genio della natura.

Segue di quì che il fuoco elettrico è essenzialmente il medesimo che vien dal sole unitamente alla luce; l'istesso che quello che vomitano i vulcani, e che esce dal seno delle nubi fulminanti. In fatti un fluido che brilla, e che illumina come fa la luce, e di cui l'azione egualmente che la sua, si trasmette in un istante a grandi distanze; un fluido a cui l'impulso, e lo sfregamento dà tutte le proprietà della luce, sarebbe egli altra cosa che la luce stessa, che non comparisce esser distinta dal fuoco elementare? Da un' altra parte un fluido che come il fuoco elementare trovasi sparso in tutti i corpi del nostro globo; che come il fuoco si comunica da un corpo all'altro, s' accumula in quelli che non gli danno la libertà di uscire; un tal fluido avrebbe egli tanta analogia col fuoco, senza avere per fondo la medesima natura, la medesima essenza, i medesimi principj? Noi possiamo dunque concepire la luce come una sostanza

che illumina, che riscalda, e al tempo stesso elettrizza tutta la natura visibile; ed è sotto questo triplice punto di vista che ella viene a fissare la nostra attenzione nelle considerazioni susseguenti.

Come fluido luminoso ella è l' oggetto delle tre più belle scienze di cui possa felicitarsi lo spirito umano: l' ottica, la diottrica, la catottrica. Come fluido igneo ella è ancora per molti oggetti un gran mistero della natura. Come fluido elettrico ella somministra ai nostri occhi le più brillanti esperienze: ma più d' effetti ella offre alla nostra ammirazione, più ella sembra nascondere il suo andamento, e la sua azione alle nostre intelligenze.

Ruotando continuamente sopra il suo asse, il sole scaglia costantemente dal suo seno dei torrenti di questa materia così sottile che rapida. Le nostre osservazioni sulla natura del fuoco ci conducono dunque naturalmente alla face che ne è la sorgente. Elevandoci così insensibilmente al di sopra della terra noi andiamo ben tosto a percorrere quelle sfere che ruotano intorno

al sole, che ne è il centro; quest' altra moltitudine d' astri infinitamente lontani da noi, ed inabissarci nella contemplazione di quei vasti corpi, che ci dipingono d' una maniera sì grande, e sì augusta la Maestà del Padrone dell' Universo.

O uomo! riguarda questo fuoco che sembra acceso negli astri, e che spande da per tutto la luce, e la vita: riguarda questo fluido singolare, che ammassato con soprabbondanza nei corpi elettrizzati, scaturisce qualche volta dal loro seno in scintille, o in eruzioni istantanee di cui gli impulsi sono più, o meno violenti. Questo medesimo fuoco dimora pacificamente nascosto nella natura, e aspetta a svilupparsi quando l' urto dei corpi lo ecciti per scuotere le città, e le montagne. L' uomo ha saputo accenderlo, e farlo servire a tutti i suoi usi. Il fuoco gli presta la sua forza: solleva in aria ad un tratto gli edifizi, e gli scogli. Ma vogliamo noi limitarlo ad un uso più moderato: il fuoco ci comunica un dolce calore, cuoce i nostri alimenti ec.

Vedi come con una materia che s'involà a' tuoi sensi per la sua sottigliezza, Dio ha saputo far per te di tutto il Cielo lo spettacolo il più magnifico, e trasformare in un soggiorno delizioso questo globo che abiti. Ah! potresti tu godendo col mezzo della luce del quadro maraviglioso della natura, procurandoti col mezzo del fuoco tutte le comodità della vita, non riconoscere il Potente Creatore dell' Universo, e l' infinito Benefattore di tutte le creature!

CONSIDERAZIONE CCXXIX.

La natura del fuoco, e suoi effetti.

Il fuoco è forse il più incomprensibile di tutti i corpi. Tutto ciò che si può assicurare intorno a questo elemento, si è che egli è una sostanza materiale, poichè affetta i nostri sensi, e agisce immediatamente sopra tutti i corpi; che egli è di una natura inalterabile, e sensibilmente omogenea; ma che non brucia e non illumina finchè

essa non si separa dalle sostanze alle quali è unita.

Tutti gli uomini prendono per fuoco delle sostanze in combustione, o che esalano della fiamma, e producono del calore; ma i fisici non riconoscono in questi fenomeni che gli effetti del fuoco. Per intender questa teorìa rammentiamoci le idee che dobbiamo formarci dell' ossigeno, una delle parti costituenti dell' aria. Quest' ossigeno esiste in due stati: in quello di fluido elastico, ove pare combinato con una gran quantità di luce, e di fuoco che chiamasi *calorico*; e in quello di fissezza, ove si trova privato della luce, o del fuoco che gli dava la forma di fluido che non può renderglisi in seguito, senza restituirgli quella quantità di luce o di fuoco che aveva perduto. Nel primo stato si nomina *aria vitale* o *gas ossigeno*; nel secondo semplicemente *ossigeno*. Si è scoperto che la fiamma e il calore prodotto durante la combustione derivano dall' aria vitale piuttosto che dai corpi che bruciano, e che sviluppansi principalmente da questo fluido elastico la di cui estrema

divisione annunzia in effetto una quantità di luce, e di fuoco molto più grande che nella maggior parte dei corpi combustibili che sono più, o meno solidi. Vale a dire che nell'atto della combustione la base dell'aria vitale, o l'ossigeno si combina con il corpo combustibile verso cui ella ha una attrazione più forte che non aveva per il fuoco, che trovasi così sprigionato e in stato d'agire sopra i nostri sensi. Il legno che si brucia nei nostri cammini, la cera, e l'olio che ci illuminano non sono dunque la vera sorgente del fuoco e della luce che si sviluppano in queste combustioni: ma tanto l'uno che l'altra si separano dall'aria vitale necessaria per mantenere l'accensione del legno, e delle lucerne; di maniera che noi ci procuriamo a gran dispendio dei materiali proprj a fare uscire di mezzo all'aria il fuoco e la luce che diminuiscono il freddo dell'inverno, e l'oscurità della notte.

Niente in natura sorpassa la violenza del fuoco, e non si posson considerare senza sorpresa gli effetti che

esso produce in tutti i corpi, e l'esterna celerità colla quale le sue parti si mettono in moto. Ma quante poche persone si occupano intorno a questi effetti, e gli giudicano degni di attenzione! Tutti i giorni frattanto proviamo l' influenza benefica del calore. Fermiamoci dunque a considerare quest' insigne benefizio del Creatore.

Il fuoco affetta tutti i corpi: non ve ne è uno che possa offrirne delle quantità differenti; ma sono più, o meno suscettibili d' esserne affetti. Gli uni si riscaldano prestissimo, altri assai lentamente. In generale i corpi neri si riscaldano più prontamente, e conservano più lungo tempo il calore. Così gli abiti di questo colore sono più caldi dei bianchi.

Il moto, la pressione, lo sfregamento fanno sempre nascere del calore soprattutto tra i solidi. Quest' effetto sembra dovuto allo sviluppo del fuoco operato dalla pressione; come questo ha luogo per l'acqua che si spreme da una spugna.

Un altro effetto del fuoco si è che egli dilata, e rarefà tutti i corpi, e fa loro

occupare un più gran volume. Il medesimo pezzo di ferro che s' introduce facilmente quando è freddo in una apertura, non può più entrarvi quando è caldo. Questa dilatazione è ancora più sensibile nei fluidi: noi ce ne serviamo per misurare il calore, ed occupando questi più spazio nei tubi termometrici, si è allora che il mercurio, o lo spirito di vino colorato indicano i diversi gradi di calore.

Il fuoco comunica la sua fluidità all' acqua, all' olio, ai grassi, e generalmente a tutti i metalli che mette in fusione. Il fuoco penetra più facilmente questi corpi che gli altri, e giunge più presto a separarne le parti che gli costituiscono. Esso può fargli passare successivamente dallo stato di solidi a quello di liquidi, e da quest' ultimo allo stato di fluidi elastici. Così l' ammorbidamento, la fusione, la volatilizzazione, la vaporizzazione, in fine lo stato di gas sono effetti successivi dell' azione del fuoco. Altri corpi solidi subiscono al fuoco dei cangiamenti diversi. La sabbia, la selce, il quarzo ec. col mezzo di certi interme-

dj si vetrificano nel fuoco: l'argilla vi prende la durezza della pietra; i marmi, e la creta vi si trasformano in calcina.

In riguardo alle creature viventi il fuoco produce in tutte le parti del loro corpo la sensazione del calore: si concepisce sotto questa denominazione l'effetto di cui il fuoco ne è la causa. Senza quest' elemento l'uomo non potrebbe esistere un istante; poichè per vivere bisogna che una certa quantità di fuoco mantenga il moto del sangue.

Il fuoco è dunque un fluido particolare sparso in tutti i corpi, e dal quale essi son penetrati con maggiore, o minore forza. Questo distinguesi in due stati: in quello di combinazione, e in quello di libertà. Il fuoco, o il calorico *combinato* non è sensibile nè ai nostri organi, nè al termometro: esso costituisce uno dei principj dei corpi nei quali egli riposa. Sovente esso si sviluppa nella loro decomposizione, e passando allora allo stato di calorico *libero* divien suscettibile di agire su i corpi collocati nella sua

atmosfera : il termometro può misurarne la forza, e indicarne i gradi.

Una delle proprietà distintive di questo essere, e che non appartiene che a lui solo, è la *rarefazione*, o l' allontanamento delle molecole che il calorico opera in tutti i corpi della natura. La fusione, o liquefazione, la volatilizzazione, o sublimazione, il passaggio dei liquidi alla forma di vapori, o di fluidi elastici, sono gli effetti costanti della penetrazione, o piuttosto della combinazione del calorico. Dell' acqua diacciata coll' assorbire una certa quantità di fuoco divien liquida: una più gran dose di questo principio la rende invisibile, e gli dà la forma dell' aria. Tale è la teorìa generale della formazione di tutti i fluidi elastici che tanto sono considerati nella moderna chimica. Tutti sono composti di una base più, o meno sòlida, e di calorico in gran quantità. La parola d' *aria* è impiegata per designare quei fluidi che sono proprj alla combustione, e alla respirazione: quella di *gas* indica quegli che non posson servire a queste due operazioni. Osserviamo an-

cora che queste denominazioni non convengono che ai fluidi elastici, che, tali come l'aria atmosferica, restano ordinariamente in questo stato, e che nominar si debbono col nome di *vapori* ciocchè è proprio ad essi, che come l'aria, e lo spirito di vino, si lasciano sollevare da tutti i corpi circondanti fatti per costituirgli fluidi aeriformi.

Non si deve confondere la *vaporizzazione* di cui abbiamo parlato, con l'*evaporazione*, fenomeno nel quale le molecole di un liquido abbandonano la massa di cui fan parte per sollevarsi sull' atmosfera. Questa è un effetto dell'affinità. L'aria discioglie l'acqua nell' istessa maniera, e coll'istesse circostanze che l'acqua discioglie i sali: e siccome l'acqua scaldandosi divien capace di disciogliere una nuova quantità di sale, e abbandona raffreddandosi una parte di quel che ella aveva disciolto, così a proporzione che l'aria si riscalda, o si raffredda, discioglie l'acqua in maggiore, o minor quantità.

Esponete sopra una finestra una boc-

cia di vetro bianco esattamente turata: la notte quando il termometro discende voi ravvisate che una parte dell' acqua contenuta nell' aria di cui la bottiglia era ripiena, si depone in forma di piccole gocciole sopra le sue pareti superiori, che essendo le più esposte debbono raffreddarsi le prime; e questa specie di rugiada divien più abbondante a misura che il termometro più discende; l'aria riscaldandosi in seguito durante il giorno scioglie l' acqua che erasi precipitata nella notte. Quest' aria rappresenta l' atmosfera. Il vaso sottomesso all' esperienza non fa che additare ciò che accade altrove in una maniera insensibile.

Versando dell' acqua fredda in un vaso di cristallo bene asciutto al di fuori, voi cagionate sulle pareti esteriori raffreddate dalla vicinanza di quest' acqua un precipitato di quella che è in dissoluzione nell' aria ambiente. A misura che la temperatura dell' acqua si eleva d' un mezzo grado, versate quest' acqua in un nuovo vaso, e osservate il termine in cui il precipitato si arresta: questo termine indica

il grado di saturazione dell' aria. Così in un giorno in cui l' atmosfera è carica di umidità ad un cielo puro, e sereno, l' aria e l' acqua intimamente unite, e conservando una perfetta trasparenza ci rappresentano un' immagine dell' acqua combinata con una certa quantità di sale senza perder niente della sua limpidezza.

Si concepisce frattanto la differenza che passa fra l' *evaporazione*, e la *vaporizzazione*. La prima è l' effetto della forza attrattiva che l' acqua esercita sull' aria: il calore non vi interviene che secondariamente, per aumentare quest' attrazione. La seconda è prodotta dalla forza repulsiva delle molecole dell' acqua convertite in fluido elastico: il calore ne è l' agente principale ed immediato: e l' aria lungi dal secondarlo gli oppone un ostacolo non solamente colla sua pressione, ma ancora perchè prolungando l' evaporazione ne cagiona un raffreddamento che è opposto alla vaporizzazione.

Dietro il principio stabilito sul soggetto dell' evaporazione, molti fenomeni di cui l' osservazione è familiare

spiegansi con un' estrema facilità. Così nei tempi di gelo in cui l'aria al di fuori è più fredda che quella degli appartamenti, la parte d'aria interna in contatto con i vetri raffreddandosi per l'allontanamento del calorico che passa facilmente a traverso la loro piccola grossezza, si spoglia di una parte d' acqua che teneva in dissoluzione, d'onde ne accade che i vetri si inumidiscono al di dentro. Accade il contrario nei tempi dolci quando la temperatura dell'aria esterna è più alta; ciò che fa dire che negli appartamenti provasi del freddo: l' umidità allora comparisce al di fuori dei vetri.

Così si concepisce perchè il fiato degli animali più caldo nell'inverno dell' aria ove si spande, comparisce visibile sotto la forma di fumo prodotto dall'acqua che l' aria stessa abbandona raffreddandosi. La natura è piena d'effetti di simil sorte di cui è facile rintracciarne l'analogìa con i precedenti.

Tutte queste osservazioni divengono una nuova prova di quella importante verità che Dio ha tutto rapportato al ben' essere dell' umanità, e che per

tutto egli manifesta i contrassegni della sua Bontà per noi. Quanti vantaggi i soli effetti del fuoco non ci procurano? Dall' unione di quest' elemento coll' aria le stagioni si rinnuovano, la sanità dell' uomo si conserva. Dal fuoco, l' acqua acquista la facoltà di muoversi: senza questo elemento, ella verrebbe ben tosto a perdere la sua fluidità. Il dolce moto che mantiene in tutti i corpi organizzati, fa sì che a grado a grado, giungono essi al loro stato di perfezione. Egli conserva il ramo nel suo bottone, o germoglio, la pianta nel seme, e il feto nell' uovo. Procura egli ai nostri alimenti il necessario preparativo, rende i metalli atti al nostro uso: finalmente se riuniamo le diverse proprietà del fuoco, vediamo che il Creatore ha sparso col di lui mezzo una moltitudine di benefizj sul nostro globo: preziosa verità, capacissima di fare la più viva impressione su i nostri cuori, d' eccitarci ad amare l' Autore del nostro essere, e d' inspirarci il dolce contento di spirito, che forma il diletto della vita! Più un s' inoltra nella ricerca della

natura, più ci resta dimostrato che tutto concorre al fine il più perfetto. Per tutto si scuoprono dei piani magnifici, un ordine ammirabile, un collegamento, un' armonìa costante fra le parti, e il tutto, tra il fine e i mezzi. Per convincersi di queste utili verità non vi ha bisogno nè di sforzi di spirito, nè di una vasta scienza: la contemplazione tranquilla della natura, e spesse volte il semplice uso dei nostri sensi, ci fanno riconoscere in tutto ciò che Dio ha formato, l' opera di una Sapienza e di una Bontà infinita.

CONSIDERAZIONE CCXXX.

Effetti dell' aria, e del fuoco nella combustione, e nella respirazione, e calore animale.

La spiegazione di molti fenomeni che non abbiamo fatto che indicare precedentemente, ci diventa molto più facile dopo le Considerazioni dietro le quali ci siamo occupati sull' acqua,

sull'aria, e sul fuoco, e che ancora andiamo tuttavia esaminando.

Ricercando quali possono essere le proprietà distintive dell'aria, noi ne abbiamo trovate due capacissime di caratterizzarla, e che le appartengono esclusivamente: l'una cioè di favorire l'infiammazione dei corpi combustibili, l'altra di mantenère la vita degli animali, servendo alla respirazione.

Fra i corpi combustibili gli uni bruciano con una fiamma viva e brillante, come sarebbero gli olj, le legna, le resine, ec.; gli altri, come i carboni, s'incendiano senza fiamma molto sensibile; alcuni si consumano con un moto lento, e poco apparente, come si osserva in alcune materie metalliche. Un corpo combustibile può bruciare senza il contatto dell'aria atmosferica, o di una materia che ne è stata estratta, e non brucia in una quantità data di quest'aria, che fino a una certa epoca. Cento parti d'aria atmosferica non ne contengono che ventisette che posson servire alla combustione: essa cessa allorquando sono state assorbite dal corpo combustibile che

non può di nuovo infiammarsi. Così un corpo che brucia nell'aria, forma una vera analisi di questo fluido; egli ne assorbe l'aria vitale, la quale aumenta il peso di questo corpo, e ne cangia la natura. Il gas azoto che resta, estingue le materie in combustione, e priva di vita gli animali.

La combustione consiste dunque nell'assorbimento dell'aria vitale dai corpi combustibili. Siccome quest'aria è un gas, e molti di questi corpi, assorbendolo, gli fanno prendere la forma solida, perde esso allora quell'immensa quantità di calorico, o di fuoco che davagli quella di fluido elastico: e tale è l'origine del calore prodotto nella combustione. Quindi ne segue che quando si brucia un corpo per procurarsi del calore, come fassi per addolcire i rigori dell'inverno, si estrae dall' aria stessa almeno in più gran parte il calorico che le è combinato. Si può anche dire che quanto più l' aria è fredda, e più calore si estrae, poichè passa maggior quantità di questo fluido sotto un medesimo volume in un dato spazio, quando l'atmosfe-

ra è fredda. Tutti sanno che il fuoco dei nostri cammini è assai più ardente allorquando l'aria si raffredda ad un tratto, e su tal principio appunto è fondata l'arte di aumentare la combustione per mezzo dell'aria condensata che si versa coll'ajuto dei soffietti sulle legna già riscaldate.

Questa assai debol notizia di cognizioni dovute alle nuove scoperte sull'infiammazione dei corpi facilita l'intelligenza di un altro fenomeno molto analogo al già riferito. La respirazione, come la combustione, decompone l'aria comune: essa non può farsi che in ragione dell'aria vitale contenuta nell' atmosfera, e allorchè quest' aria è distrutta, gli animali periscono nel gas azoto che ne è il residuo.

La respirazione considerata in tutti gli animali è una funzione destinata a mettere il sangue in contatto col fluido che abitano. L'uomo e i quadrupedi hanno a tale effetto un organo che abbiamo descritto, e che si chiama *polmone*. Questo viscere è un ammasso di incavate vescichette, e di vasi sanguigni che si spandono, formando

un gran numero di areole alla superficie di queste vescichette, le quali permettono l'azione dell'aria sul sangue. L'aria distende queste vescichette nell'inspirazione; una porzione dell'ossigeno atmosferico si combina con un principio contenuto nel sangue, e che si nomina il *carbo*. Questa combinazione forma l'acido carbonico che si sprigiona col gas azoto. Una certa quantità d'idrogeno si separa egualmente dal saugue venoso, e unendosi ad un' altra porzione dell'ossigeno atmosferico, forma dell'acqua che si esala coll'aria espirata. Un'altra porzione d'acqua proveniente immediatamente dalla traspirazione polmonare si discioglie nell'aria dell'espirazione. Una parte del calorico, o del calore separato dall'aria vitale, passa nel sangue che percorre i polmoni, gli ridona la temperatura di trentadue in trentatre gradi, e si spande con esso in tutti gli organi. In tal guisa si ripara il calore animale tolto del continuo dall' atmosfera e dai corpi ambienti. Del resto sembra incontrastabile dietro la considerazione del cangiamento pro-

gressivo che prova il sangue, e quella della disseminazione presso a poco uniforme del calore nelle differenti parti del corpo, che l'effetto si produca successivamente, e che non si debba riguardare il calore animale come il resultato di una combustione che si opera nel polmone solo, ma come quello di una combustione lenta che si fa nel corso della circolazione. L'uso della respirazione consiste dunque nell'elaborazione del sangue, e nello sviluppo di principj sovrabbondanti che sopraccaricano questo liquido per l'aggiunta del chilo, e per i cangiamenti che prova circolando in tutto il corpo: il mantenimento del calore è parimente uno dei principali effetti della respirazione: e questa bella teorìa spiega perchè gli animali che non respirano aria, o che ne respirano assai poca, hanno il sangue freddo.

Gli animali che hanno dei polmoni godono sempre di una temperatura più elevata di quella dell'atmosfera, almeno le eccezioni son rare: il lor calore è tanto più grande, quanto più in essi l'organo ha maggior volume,

e quanto più aria consuma. Così gli uccelli, i polmoni dei quali si prolungano nella cavità degli ossi, hanno più calore degli altri animali: essi hanno bisogno della libertà dell'aria; essi godon più dell'azion vitale; e periscon ben tosto in uno spazio troppo rinchiuso.

Nei cetacei la respirazione si fa dell'istessa maniera che negli uomini e nei quadrupedi; soltanto, siccome esiste nei primi una comunicazione immediata fra le due auricole del cuore, questi animali posson restar più lungo tempo senza respirare.

Nei pesci i polmoni son rimpiazzati da delle branche. Siccome questi animali non respirano aria, o almeno ne respirano assai poca, il lor sangue è quasi freddo: non sembra essere della medesima natura del sangue degli uomini, dei quadrupedi, e degli uccelli.

Gl'insetti invece di polmoni hanno alla superficie del loro corpo delle piccole aperture alle quali si dà il nome di *stimate*, e colle quali agiscono sull'aria, e producon dell'acido carbonico. Così hanno essi un grado di

calore animale proporzionato alla produzione di questo gas. E' assai probabile che i vermi lucenti decompongan così il gas ossigeno, e che il calorico che si sprigiona prenda lo stato di luce invece di dar del calore.

Due fenomeni assai moltiplicati, la *combustione*, e la *respirazione*, tendon dunque ad alterare del continuo l'aria che cinge il nostro globo; e questo fluido sarebbe ben tosto insufficiente per il mantenimento di queste due azioni naturali, se non esistessero altri fenomeni capaci di rinnovar l'atmosfera, restituendole la parte che le è sempre tolta. Ma l'universo è l'opera di un Essere sovranamente Intelligente: tutto vi è in rapporto, e veruna delle ruote di questa macchina immensa si trova mai in opposizione con altra. Noi abbiam di già veduto, e lo vedremo più ampiamente ancora, che i vegetabili han degli organi molto estesi destinati a ritrar l'aria vitale dall'acqua, e a versarla allorchè sono investiti dai raggi solari, nell'atmosfera per renderle le proprietà necessarie alla conservazione degli esseri viventi.

CONSIDERAZIONE CCXXXI.

Degli effetti dell' aria, dell' acqua, e della luce, nella formazione delle sostanze vegetabili e animali.

L'aria e l'acqua, siccome noi ce ne siamo convinti, bastano alla vegetazione: la terra non serve che d'appoggio e di base alle piante. Bisogna che questa base sia abbastanza tenera per lasciar penetrare e crescer le radici, che ella ammetta l'acqua nei suoi pori senza ritenerla troppo lungamente, e che l'aria possa egualmente insinuarsi tra le sue molecole; perchè le radici han bisogno di una porzione di questo fluido, come lo prova la situazione di quelle che si appellano serpeggianti, e la maniera di cui molte si sollevano, e cercano, per così dire, di ravvicinarsi all'atmosfera. Tale è la ragione per la quale della pura sabbia, che è troppo porosa, e che lascia scolare, o svaporare troppo prontamente l'acqua, non conviene a tutti i vegetabili. Da un'altra parte dell'argilla, o creta troppo grassa, troppo

oleosa, troppo compatta, nuoce a tutte le piante, comprimendone le loro radici, ritenendo troppo la parte acquosa, ed opponendosi alla sua vaporizzazione. Un mescuglio esatto di sabbia, o di creta e di argilla, formano una terra facile a lavorarsi, e quantunque assai consistente, è più utile per i vegetabili; infatti la creta influisce per un' altra causa sulla vegetazione: essa fa parte degl' ingrassi. Ma noi quì non consideriamo la terra che come suolo semplice, ovvero la base che sostiene le piante; e come tale ella non somministra loro cosa alcuna. Tutti i frutti provano che l' acqua, e l' aria sono i soli agenti della vegetazione, e che da questi due corpi le piante traggono il loro nutrimento. Come mai bastano essi frattanto per operare la germinazione dei semi, l' accrescimento dei vegetabili, e i cangiamenti che questi corpi organizzati provano dallo sviluppo del germe fino alla loro distruzione, o morte? Per qual meccanismo questi due agenti contribuiscono alla formazione dei principj che costituiscono gli esseri che vegetano,

e che sembrano differire sì particolarmente gli uni dagli altri? I fatti scoperti da alcuni anni sulla vegetazione, incominciano a sollevare il velo con cui la natura aveva coperto fin quì questa operazione.

Si è da principio osservato che le piante che crescono all' ombra restano bianche, smorte, acquose, e per così dire, senza forza. Quei legumi stentati, lunghi, e scoloriti che si fanno vegetare all' ombra per uso delle nostre tavole, offrono ai fisici uno stato analogo a quella malattia che scolora la gioventù. Il contatto della luce, e dei raggi solari, è il vero rimedio per questo male: le piante che vi sono esposte rinvigoriscono, si addrizzano, si colorano; la loro mollezza, bianchezza, e sapore insipido, sono rimpiazzati in virtù della produzione di fibre più robuste, e gagliarde, da materie colorite, e più saporose; la cicorea che privata della luce resta bianca, molle, e dolce, divien prontamente verde, dura, lignosa, e amara allorchè cresce nel gran giorno. I paesi situati sotto l' equatore, e nei quali il

suolo riceve quasi a piombo i raggi del sole, sono la patria delle resine, dei colori vegetali, degli olj volatili, e dei profumi. Tutto qui si riunisce per mostrare che il contatto dei raggi di quest' astro influisce singolarmente sulla formazione dei principj combustibili, e degli olj di ogni natura nei vegetabili. Si vedono le piante ricercare la luce con una sorte d' istinto: i fusti delle cipolle che si tengono sopra i camminetti si spandono costantemente verso le finestre. Le piante che crescono nelle cave si portano, e si sollevano verso la loro apertura; alcuni fiori seguono il sole nel suo giro e ravvolgonsi con esso; altri s' aprono alla sua levata, e sembrano offrire al suo dolce influsso gli organi preziosi che essi occultano, richiudendosi poi quando questo astro abbandona l' orizzonte. Ve ne sono anche alcuni che aspettano per aprirsi il momento in cui è più elevato, e quando i suoi raggi cadono più perpendicolarmente sulla terra. Questi si richiudono a misura che i fascetti di luce gli colpiscono più obliquamente. L' aria divien più

salubre per l' azione di una pianta di fravole, racchiusa sotto una campana, ed esposta alla luce. Un vaso contenente delle foglie d' alberi nell' acqua, e collocato sotto un medesimo apparecchio, colpito dai raggi del sole si riempie appoco appoco di un fluido elastico: la superficie superiore delle foglie si cuopre di bolle che montano al disopra dell' acqua; e questa produzione è tanto più pronta quanto più il sole vibra meglio i suoi raggi. In questa operazione si sviluppa dell' aria vitale purissima: ma le foglie portate all' ombra non somministrano più che un fluido elastico impuro. Senz' acqua la produzione dell' aria non ha più luogo alla superficie delle foglie: senza luce non se ne produce in gran quantità; e senza l' uno, e l' altro di questi agenti i vegetabili periscono. Se l' acqua agisce sopra di essi senza sole, crescono bianchi, deboli, e i loro canali son pregni di succhi insipidi e acquosi. Vi è dunque nell' influenza necessaria e simultanea dell' acqua e della luce sulle piante, un effetto reciproco, una reazione che le cogni-

zioni moderne possono sole spiegare.

A misura che l'aria vitale è sprigionata dalle foglie umettate ed esposte alla luce del sole, i vegetabili si colorano, la materia oleosa si forma; tutto indica che la decomposizione dell'acqua atmosferica produce questo effetto: la luce solare, e un certo grado di calore favoriscono queste decomposizioni; le foglie coi loro vasi assorbiscono l'idrogeno dell'acqua, mentre che la luce si unisce all'ossigeno e lo mette nello stato d'aria vitale. Una porzione di questo ossigeno si fissa nel tempo stesso nel tessuto vitale; e vi è sopra tutto ritenuto dal carbo. L'idrogeno vi si combina nello stato d'olio, d'estratto di mucilaggine ec.

Alcuni fisici vogliono che i vegetabili decompongano egualmente l'acido carbonico di cui l'aria atmosferica tiene ordinariamente in dissoluzione circa ad un dugentesimo del suo volume, e che vi attingano il carbo che fa parte dei lor principj, e che vi si trova in assai gran quantità, mentre che la luce ne separa l'ossigeno in aria vi-

tale. Altri pensano che le terre vegetabili, l' *humus*, i letami, e soprattutto l' *acqua di letame* somministrino il carbo puro, ed anche disciolto nell' aqua; che le piante con le loro radici assorbiscano questo principio, e non ne tolgano punto all' acido carbonico. Così gl' ingrassi non danno secondo questa opinione che il carbo; e l' acqua di letame non è che una dissoluzione saturata di questo principio.

Oltre questi due grandi effetti che spiegano come la luce, l' aria, e l' aqua bastino alla vegetazione, bisogna aggiungere che le radici attingono nella terra dell' acqua in natura; e che quest' acqua salendo dentro di esse, che fanno l' ufizio di tubi capillari, porta seco delle terre, delle materie metalliche, e alcuni sali neutri che ritrovansi nelle ceneri dei vegetabili.

Tali sono i gran fenomeni che presenta all' osservatore la natura abbandonata a se medesima. Tale è la maniera semplice con cui la fisica moderna è giunta a concepire una parte della causa che gli produce. L' idro-

geno, il carbo, l'ossigeno, e un poco d'azoto, per alcuni di essi, sono in ultima analisi, i principj ai quali si riducono i materiali immediati, e conosciuti de' vegetabili.

Con così deboli mezzi si produce quell' immensa varietà di colori, d'odori, di sapori, di consistenza, che noi conosciamo in tutti i materiali delle piante, e che tutti gli uomini distinguono in quelle materie che impiegate sono al loro nutrimento, al loro vestiario, alla costruzione delle loro dimore ec.

Ma quanto la potenza del Creatore comparirà più visibilmente ancora, se consideriamo tutte le differenze che debbono provare i vegetabili nella natura, e nelle proprietà specifiche dei lor principj secondo l'epoche diverse della loro vegetazione; che non debbano esse giammai restare nel medesimo stato, e che le scene diverse che presentano la germinazione, l'infrondimento, la fioritura, la fruttificazione, e la maturazione che costituiscono la vita vegetale, debbano essere ac-

compagnate e anche marcate da dei cangiamenti interni, come lo sono nelle esterne apparenze!

Se dai vegetabili passiamo agli animali, tutte le differenze che noi rimarcheremo fra queste due specie d' esseri, sembrano non appartenere che alla presenza d' un principio che abbonda assai più negli ultimi che nei primi. Questo principio è l'azoto: si direbbe che bastasse di aggiungerlo alle materie vegetabili per convertirle in sostanze animali, e si può assicurare che se venisse tolto a queste ultime, si farebber ritornare in qualche maniera vegetabili; l' azoto è dunque il quarto principio primitivo, che nell' animale è aggiunto all' idrogeno, al carbo, e all' ossigeno, che abbiamo veduto costituire il vegetabile.

Così la fissazione o l' addizione dell'azoto deve esser considerata come il principal fenomeno dell' animalizzazione. Ma questo fenomeno ha luogo non tanto per la fissazione di una nuova quantità di questa sostanza, che per la sottrazione d' altri principj, e la respira-

zione aumenta questa proporzion dell' azoto, sprigionando una gran quantità d' idrogeno e di carbo.

Quanto è semplice la natura, e quanto è bella per questa semplicità stessa! Tra le sue mani i più semplici mezzi hanno della fecondità: così allor quando la primavera sembra richiamar tutti gli esseri alla vita, il sole elevato sull' orizzonte è la cagione di tutti i grandi effetti che allettano allora i nostri occhi. Esso opera la vegetazione, e con un doppio benefizio, nel tempo stesso che produce nelle piante quelle diverse combinazioni che somministrano la sussistenza agli animali, rinnuova esso l' atmosfera, spandendoci dei torrenti d' aria vitale che le rendon la salubrità. Gli oggetti i più inutili in apparenza, le foglie degli alberi sono gl' istrumenti di queste sorprendenti operazioni; l' acqua ajutata dalla luce solare ne somministra i materiali.

CONSIDERAZIONE CCXXXII.

Della decomposizione naturale delle sostanze vegetabili, ed animali.

Quantunque vi sia per il comune degli uomini una assai gran differenza apparente fra la distruzione lenta dei vegetabili, e l'azione per la quale crescono e si sviluppano, l'osservazione insegna ai fisici che questi due fenomeni sono dovuti a delle cause e a dei movimenti analoghi: la natura fa servire l'istesse cause a degli effetti assai differenti.

Allorchè i vegetabili e gli animali son privati della vita; o che i loro prodotti son tolti agli individui di cui facevan parte, si eccitano in essi dei moti che ne distruggon il tessuto, e ne alterano la composizione. I moti costituiscono le diverse specie di fermentazione. Lo scopo della natura, eccitandole, è di render più semplici i composti formati dalla vegetazione e animalizzazione, e di farli entrare in nuove combinazioni; questa è una por-

zione di materia, che impiegata durante qualche tempo alla fabbricazione del corpo dei vegetabili e degli animali, deve esser trasmessa dopo il fine delle loro funzioni a degli sviluppi di differenti generi.

Si distingue la fermentazione in fermentazione vinosa, acetosa, e putrida. La prima, vale a dire la fermentazione vinosa, o spiritosa, vien così appellata, perchè essa cangia in vino le sostanze che la provano, e si ritrae da questo vino uno spirito infiammabile conosciuto sotto il nome di *spirito di vino*. La fermentazione vinosa è quella che produce il vino, e lo spirito di vino: ella è un incominciamento di distruzione dei principj formati dalla vegetazione; e si può considerarla come uno dei moti stabiliti dalla natura, per semplicizzar l' ordine delle composizioni che presentano le sostanze vegetabili.

La fermentazione acida, o acetosa è il secondo moto naturale che contribuisce a ridurre i vegetabili a degli stati di più semplice composizione. Questa fermentazione, che dà origine

all' aceto, non ha luogo che nei liquori che hanno da principio provato la fermentazione vinosa. Si è osservato che il contatto dell' aria è necessario per la produzione dell' aceto; si è veduto ancora questo fluido essere assorbito dal vino che si converte in aceto, e sembra che una porzione di ossigeno atmosferico sia necessario per la formazione. dell' acido acetoso.

Vi sono senza dubbio molte altre fermentazioni analoghe a queste, e di cui non se ne conosce ancor bene il prodotto. Tale è quella che prova l'acqua mista coll' amido; quella che forma il pane inacidito, e i liquori inforzati. Tutti questi cambiamenti debbono esser considerati come dei mezzi di decomposizione, che semplicizzan sempre le combinazioni complicate dei vegetabili.

Finalmente dopo che i liquori vegetabili, o le parti solide dei vegetabili umettati, son passati allo stato d' acido, la loro decomposizione continuandosi per le circostanze favorevoli, vale a dire, per via di una temperatura dolce o calda; dell' esposizione all' a-

ria, e del contatto dell'acqua gli conduce ad una putrefazione che finisce con volatilizzarne la maggior parte dei principj. Si sprigiona dell'acqua, dell'acido carbonico, dell'olio volatile in vapore ec., dopo di che non resta più che un residuo bruno o nero, conosciuto sotto il nome di *terriccio*.

La natura organizzando gli animali ha messo in essi, come nelle piante un germe di distruzione, che si sviluppa dopo la morte degli individui, e che si opera col movimento che si è denominato *putrefazione*. Essa consiste in una decomposizione lenta di queste sostanze, che un ordine di composizione più complicato rende ancor più suscettibile della putrefazione, di quel che lo siano le materie vegetabili.

Quindi questi fluidi aeriformi che si sviluppano a poco a poco diminuendo proporzionatamente la massa delle materie animali si vedon riammollirsi, cangiar di colore, d'odore, perdere il lor tessuto e forma, spander nell'atmosfera dei vapori e dei gas che vi si disciolgono, e che portano in altri corpi i materiali necessari alla lor formazio-

ne. Il residuo costituisce una specie di terriccio, *o terra animale*, nella quale i vegetabili trovano abbondantemente da svilupparsi, e che per conseguenza è così proprio a servir d'ingrasso, quando è sufficientemente consumato.

La putrefazione si trova modificata in molte differenti maniere, per tutte le circostanze esteriori, come sarebbero la temperatura, il mezzo che occupano le materie animali, lo stato più o meno pesante, secco o umido dell'atmosfera ec. Così i cadaveri, o posti sotto terra, o immersi nell'acqua, o sospesi nell'aria provano varj effetti, ai quali le loro masse, la lor quantità, la lor vicinanza con altri corpi, come ancora tutte le proprietà variabili dei tre mezzi indicati, presentano delle nuove forme e diverse.

Le moderne scoperte debbon produrre per l'agricoltura delle cognizioni e operazioni che ne estenderanno i progressi. La natura abbandonata alle sue forze sembra continuamente accrescerle nella produzione dei vegetabili. I luoghi ove l'uomo non ha niente esercitato la sua potenza, offrono allo

sguardo dei viaggiatori, antiche ed immense foreste così folte, che gli alberi sembrano volersi insieme riunire. La forza della vegetazione vi è molto energica: il suolo che ne forma la base è umido, grasso, ripieno d'avanzi di vegetabili, è nello stato di un vero miscuglio. Più questi avanzi si accumulano, e più cresce la potenza vegetativa. Dal seno della distruzione la natura trae la sostanza di nuovi esseri.

L'uomo ha cercato d'imitare questi grandi effetti: egli ha veduto le piante disseccate e decomposte sulla terra che le aveva prodotte, renderle quanto ne avevano ricevuto e deporvi coi semi dei germi di fecondità di cui esse profittano. Di quì l'origine degl'ingrassi.

E' generalmente riconosciuto che gli avanzi di vegetabili e d'animali decomposti dalla putrefazione, collocati alla superficie della terra, o ad alcuni pollici di questa superficie, accelerano la vegetazione, le danno nuove forze e aumentano gradatamente il prodotto delle diverse raccolte. Quantunque l'esperienza abbia parlato ormai da lungo tempo sull'utilità di questo mezzo i-

mitato dalla natura, la fisica non aveva niente scoperto d'esatto fino a questi ultimi tempi.

Ma la chimica nell' apprezzare gli effetti della reazione dell' acqua, dell' aria, e dei fluidi elastici sprigionati dagl' ingrassi, su i vegetabili, getta la più gran luce sulla cultura. Essa ha veduto le piante e gli alberi crescer rapidamente, e divenir vigorosissimi nei luoghi esposti alle materie in putrefazione; essa sa che, allor quando questi materiali si decompongono alla superficie della terra, si sviluppa dell' acido carbonico, dell' ammoniaco, del gas idrogeno ec., e che tutti questi fluidi elastici sono eminentemente utili alla vegetazione; ma siccome un tale sviluppo succede verso la fine della putrefazione, si concepisce perchè gl' ingrassi troppo freschi non abbiano i vantaggi che trovansi in quelli che sono ai tre quarti della lor decomposizione.

Quantunque tutte le circostanze della putrefazione, e le varietà quasi innumerabili dei fenomeni che presentano, non siano per anche niente co-

nosciute nè descritte, si sa che tutti questi fenomeni si limitano a cangiare dei composti complicati in composti più semplici; che la natura rende a nuove combinazioni i materiali che essa non aveva che in certa maniera prestati ai vegetabili e agli animali; e che ella eseguisce così questo giro perpetuo di composizioni e decomposizioni, che, nell' attestar la potenza del suo Autore, mostrano la fecondità dei suoi mezzi, e un andamento egualmente grande che semplice nelle sue operazioni.

CONSIDERAZIONE CCXXXIII.

Diversi usi del fuoco, mezzi di procurarselo.

Il fuoco è in qualche maniera l' istrumento universale di tutte le arti e di tutti i nostri bisogni; e a fine che l' uomo potesse fare un uso continuo di questo elemento, il Creatore l' ha sparso per tutto con la più gran profusione. Di quale utilità non sono le materie che somministrano lo sviluppo del fuoco? Senza una provvi-

sion sufficiente di queste materie, noi saremmo privi dei più gran vantaggi, e ci vedremmo nel tempo stesso esposti ai più grandi incomodi. Nell' inverno è il fuoco che ci illumina, e senza esso una gran parte della vita si passerebbe in una spaventosa oscurità: le nostre più piacevoli occupazioni cesserebbero col tramontar del sole; anzi saremmo ridotti, o a rimanere immobili, o a errar con spavento nelle tenebre, avvolti tra mille pericoli. Oh! quanto la nostra sorte sarebbe trista, se in quelle sere non potessimo gustare la maggior parte delle dolcezze della società, nè usare delle risorse che ci offrono nell' interno di nostre dimore, il travaglio e la lettura! La maggior parte degli alimenti dalla terra prodotti ci sarebbero poco salutari, senza il fuoco che gli ammollisse, gli disciogliesse, e desse loro i preparativi che ce li rendono proprj. E come riparare a tanti altri bisogni, e procurarsi i comodi della vita, se le arti non vi provvedessero coll' ajuto del fuoco? Senza questo elemento non potremmo dare a mille og-

getti di nostra industria quei colori sì diversi e sì belli; non potremmo giungere a fondere i metalli, a depurarli, a far prender loro tante forme sì diverse; a trasformar la sabbia in vetro, l'argilla in pietra, la creta in calce: in una parola senza il fuoco la natura e i suoi tesori sarebbero per noi inutili, e perderebbero la maggior parte delle loro bellezze.

In quelle notti d'inverno che sembran di nuovo sommergere la creazione nel nulla, e durante il freddo che le segue, il fuoco ci rende un benefizio inestimabile: esso ci libera da una dolorosa inazione, ci sottrae a mille dispiacenti sensazioni, e ci rende una nuova attività. Quanti vecchi, e valetudinarj soffrirebbero doppiamente senza i suoi influssi benigni! Che diverrebbe mai il debole lattante se le sue delicate membra non fosser fortificate da un dolce calore? E voi, sfortunati, che durante la fredda stagione, ne provate tutto il rigore, pronti a cambiare una porzione del pane che vi resta, in materie che possano servire a riscaldare le vostre membra agghiacciate, è

la vostra sorte che mi intenerisce! Questo mi fa meglio sentire una porzione della mia felicità, alla quale fin quì ho prestato sì poca attenzione: esso m' impone più fortemente l' obbligazione di benedire il comun Padre dei vantaggi che ritraggo dal calor del fuoco, e il dovere essenziale di conservare il superfluo che mi viene accordato, in sollievo dei mali da cui sono esente. Perchè tutti gli uomini appunto possano goder del fuoco, egli lo ha sparso con tanta profusione, quantunque comparisca per tutto inattivo, e non si scorga che mediante certe cause che lo sviluppano. L' urto palesa la sua presenza: in virtù dello sfregamento rapido e reiterato dei corpi duri, tali come la pietra e l' acciajo, il fuoco è messo in azione, e acquista una forza capace di tutto incendiare.

Tal' è il mezzo il più ordinario, e assai facile di procurarsi il fuoco per i bisogni giornalieri. Ma quasi sempre siam contenti di godere dei servigi che ci rendono tutti gli oggetti che ci circondano, senza rimontare al loro Autore, senza ricercar le tracce

della sua Sapienza e della sua Bontà infinita nei doni che ci profonde la sua mano liberale. Ah! perchè bisogna che questa bontà stessa rivolgasi contro di lui, e che il ritorno costante dei suoi benefizj sia il motivo che ce li rende indifferenti? Queste marche abituali di una Provvidenza attenta sono quelle di cui possiamo meno scordarci, e che per questo appunto meritano la maggior nostra riconoscenza. Come in mezzo di tanti doni non sollevare il nostro cuore verso quello da cui emanano, e non onorarlo come la sorgente di ogni nostra felicità!

O mio Dio! quanto è grande questa Bontà che si estende sopra tutta la terra! la vostra carità ci circonda da ogni parte, come la luce e il fuoco. Possa essa illuminare così la mia anima e infiammarla col fuoco del vostro amore! Degnatevi gettare uno sguardo sopra di me, e il mio cuore si diffonderà in lodi e in rendimenti di grazie. Alle paterne cure del mio Dio io devo tutti i vantaggi e tutti i diletti che il fuoco mi procura; è egli che ordina alla terra di cuoprirsi di fore-

ste, e la sua munificenza provvede sì riccamente ai miei bisogni, che non vi è alcun tempo dell'anno privo dei suoi beni. Io gli rendo grazie di quelli dei quali godo di presente. Che continui a farmi provare il benigno influsso del fuoco, e che giammai quest' elemento non sia per me, nè per i miei fratelli l'istrumento di sua vendetta!

CONSIDERAZIONE CCXXXIV.

Dei fuochi sotterranei.

Scavando nella terra si trova un grado più grande di freddo che alla superficie, la quale penetrata sempre dai raggi del sole, conserva una temperatura più dolce dell'interno. Quindi ne segue che gli abitanti dei paesi caldi possono durante tutto l' anno conservar del ghiaccio per rinfrescare le loro bevande. Ma se in alcune parti si scava al di là di 50., o 60. piedi, il calore aumenta sensibilmente. Questo calore è dovuto senza dubbio a decomposizioni di materie minerali, che producon tale effetto.

Una moltitudine di fenomeni sul nostro globo annunziano d'una maniera formidabile l'esistenza dei fuochi sotterranei. Sovente terribili eruzioni di materie infiammate spaventano gli abitanti della terra. L'Etna nella Sicilia, e il Vesuvio in Italia, sembrano due fornaci continuamente accese. Ora si solleva un vapor nero, or si ascoltano dei sordi muggiti seguiti ad un tratto da lampi e tuoni. Trema la terra: il vapor si infiamma e divien luminoso; le pietre si slanciano con fracasso, e ricadono nel golfo che le ha vomitate. Si è veduto nelle violente eruzioni degli enormi pezzi di scogli gettati in aria, ravvolgervisi colla medesima rapidità di un pallone, e delle masse di trecento libbre di peso andare tre miglia lontano dal luogo d'onde furon lanciate.

Ma ciò non è ancora quello che l'eruzioni hanno di più spaventevole. In certi tempi le materie in fusione bollono, si sollevano, si spandono al di fuori, e percorron lo spazio di alcune miglia sulle vicine campagne, inghiottendo quanto si trova al loro passag-

gio. Questo spaventoso torrente dura per parecchi giorni; un'onda scintillante corre sopra un'altr' onda, sinchè giunge finalmente al mare ove continua qualche tempo a correre senza estinguersi.

Chi potrebbe senza fremere delinearsi i disastri che cagionano simili fenomeni! I rovesciati edifizj; gl' inghiottiti villaggi; le messi consunte; i campi, l' ulivete, le vigne interamente distrutte, sono i più piccoli effetti di quello spaventevol diluvio di fiamme e di fuoco. In una dell' eruzioni dell' Etna, si vide il torrente di lava ardente spandersi sopra 14. borghi o castelli, e i muggiti orribili che uscivano dalla montagna si facevan sentire alla distanza di venti miglia.

Preso dall' orrore e dallo spavento, dimando a me stesso perchè questi vulcani che devastan la terra, e sommergono i suoi abitanti nello stupore? Perchè gli ha creati il Signore? Perchè, invece di mettere un freno al loro furore, permette loro di così desolare le sue creature?... Mà chi son' io che entro in simili questioni? Con qual

diritto oso io dimandar conto alla Sapienza Suprema delle sue disposizioni? L' esistenza di queste ardenti fornaci non può esser l' effetto del caso, e debbo concluderne che il Creatore ha avuto le più savie ragioni per voler che esse esistessero. Ah! che ancora in mezzo a queste scene d' orrore e di morte io ritrovo quella mano benefica che provvede alla felicità del mondo. Alcune devastazioni che cagionano l' eruzioni di queste montagne son forse paragonabili ai vantaggi che ne resultano per tutto il globo, e ai mali ben più estesi, e ben più terribili che esse prevengono? L' interno della terra essendo ripieno di materie proprie a fermentare per il loro contatto con l' acqua, bisognavano necessariamente dei vulcani. Sono questi gli spiragli col mezzo dei quali l' azione del formidabile elemento è indebolita e rotta, e quantunque i luoghi ove queste materie son radunate in maggior quantità, siano soggetti a spaventosi scompigli, senza quelle aperture essi ne proverebbero dei più violenti ancora. L' Italia sarebbe ella la contrada più

fertile, se, a certi intervalli, il fuoco che si nasconde nelle sue viscere non trovasse una uscita dai vulcani? In preda a delle continue commozioni, a delle spaventose agitazioni, quelle belle contrade non offrirebbero ormai da gran tempo, invece dello spettacolo incantatore delle bellezze dell' arte riunite a quelle della natura, che un tristo ammasso di rottami e di rovine. Chi sa d' altronde, se da questi orribili fenomeni non resulti un' infinità d' altri vantaggi nascosti ai nostri occhi, e la cui influenza si estende sopra tutto il globo?

Almeno, quelli che mi colpiscono, bastino per convincermi che essi concorrono ad adempir le vedute piene di saviezza e di bontà, del Creatore dell' universo.

CONSIDERAZIONE CCXXXV.

I Terremoti.

Le scosse che prova il globo che abitiamo, sono di due specie: le une, cagionate dall' esplosione dei vulcani,

non si fan sentire che a piccole distanze, e solamente allorquando questi vulcani agiscono, o avanti l' intera eruzione. Esse agitano la terra in un certo spazio, come l'esplosione di un magazzino di polvere produce una scossa e una commozione sensibile a molte leghe. Le altre bene diverse per i loro effetti si fan sentire a grandissime distanze, e senza che comparisca alcun nuovo vulcano nè alcuna eruzione, esse muovono un lungo spazio di terreno. Si han degli esempi di terremoti che si son fatti sentir nel tempo stesso in Inghilterra, in Francia, in Alemagna, e anche più lungi. Questi si estendono assai più in lunghezza che in larghezza; essi scuotono una banda o zona di terreno con più o meno di violenza in diversi punti, e quasi sempre sono accompagnati da un rumore sordo simile a quello di un grave carriaggio che corre con rapidità. Si attribuiscono questi effetti alle interne cavità di cui è ripiena la terra, quali si dividono e si dirigono verso differenti punti. La maggior parte di queste cavità che si comunicano respettivamen-

te, riunendosi o partendo da un centro comune, possono risentirsi in un istante a delle distanze lontanissime dalla central commozione.

Fermiamoci sopra alcune osservazioni proprie a far intendere quali possano esser le cause dei terremoti.

Tutte le materie infiammabili e capaci d' esplosione, e particolarmente le piriti ferruginose, producono per l' infiammazione una gran dilatazione nell' aria e nei fluidi aeriformi. Supponghiamo che a una profondità considerabile, per esempio, a cento o dugento tese, si trovin delle piriti ed altre materie, che per il contatto dell' acqua vengano ad infiammarsi: l' aria estremamente rarefatta da una parte, racchiusa e compressa nel sen della terra; dall' altra parte l' acqua stessa ridotta in vapori, fanno forza in tutti i sensi cercando delle aperture per uscire, e se non ne riscontrano, producono le più violente scosse.

Non si saprebbero trovar termini per esprimere quanto queste specie di esplosioni son funeste. Di tutte le catastrofe che desolan la terra, non ve

ne sono di così formidabili, di così distruttive, e che rendan più inutili tutte le previdenze e tutti gli sforzi umani. Allorchè i fiumi uscendo dal loro letto, portan seco le case, sommergono le provincie, resta ancor qualche risorsa al disgraziato coltivatore; può esso rifugiarsi sulle montagne, o oppor degli argini al furor dell'onde; ma in un terremoto è superflua ogni cura, ogni precauzione è impossibile: non vi è quasi alcun pericolo a cui uno possa sottrarsi. Il fulmine non ha giammai consumato delle città nè delle Province intiere; la peste, è vero, può spopolare le più vaste Città, ma non le distrugge intieramente. Un terremoto si estende con un potere irresistibile sopra tutto un paese; da niente è arrestato; egli inabissa dei popoli e degli stati, senza lasciare, per così dire la traccia di quel che erano in avanti.

Chi potrebbe sussistere davanti l'Onnipotente, quando spiega la forza del suo braccio! chi potrebbe resistergli, quando si alza per giudicare le nazioni! Davanti a lui trema la terra; i

fondamenti delle montagne sono agitati, e fremono quando la sua collera si accende; la sua indignazione si spande come un fuoco; essa fa fondere le pietre ed annichila tutto ciò che è l'oggetto delle sue giuste vendette. Chi non vi temerebbe, o Re della terra, e dei cieli! Sì, o Signore, noi riconosciamo la vostra Maestà sovrana, e l'adoriamo. I vostri giudizi sono incomprensibili e sempre giusti: ma nel tempo stesso voi siete buono e misericordioso.

O anima mia! procura di ben penetrarti in questa gran verità. Allorchè il Signore spiega i suoi giudizi sulla terra; quando nell' ardore della sua collera consuma dei paesi intieri; anche allora le sue vie sono per altre parti del mondo, e per la sua universalità, delle vie di bontà, e di saviezza. Ordina egli forse questi spaventosi scuotimenti soltanto per distruggere te, cui un soffio può rovesciare? potresti tu credere che l' Altissimo abbia bisogno di chiamare tutte le potenze della natura per ridurti in polvere? Ah! riconosci piuttosto in que-

ste terribili catastrofe delle vedute più sublimi. I terremoti ancora, nel piano del Creatore, servono alla conservazione del tutto. E quando dei villaggi, delle città, delle provincie fossero seppellite sotto le loro proprie rovine; quando delle migliaja di creature restassero distrutte, cosa è mai tutto questo in paragone del mondo intiero, o di quella moltitudine innumerabile d'esseri che abitano l'impero immenso della creazione? Sì, tutto quello che la natura offre di più spaventoso, tutto il male apparente; tutte le pretese imperfezioni del mondo sono necessarie alla sua conservazione, e quindi ancora alla manifestazione della gloria del suo Autore.

O Essere immenso ed Onnipotente, io adorerò il vostro nome e lo benedirò anche allora che spiegherete i vostri flagelli sulla terra, e che spanderete su di essa la desolazione ed il terrore. Farò di più: riposerò con una piena fiducia sulle vostre cure paterne. Quando le montagne si scuotessero e si precipitassero in mare; quando il mondo stesso restasse distrutto, Voi

sarete sempre il mio sostegno, la mia forza ed il mio refugio; in tutti i mali voi sarete il mio protettore ed il mio ajuto. Che io possegga soltanto una buona coscienza, e non avrò più che temere.

CONSIDERAZIONE CCXXXVI.

Le meteore ignee: fuochi fatui.

Si vedono sovente nell' atmosfera delle materie che si infiammano con più o meno di veemenza e sotto mille forme diverse. Queste meteore debbono la loro origine a dell' esalazioni che uscite dal seno dei tre regni della natura, si inalzano a differenti altezze nell' atmosfera, vi si ammassano; vi si infiammano e si dissipano; da questo i globi di fuoco, le stelle cadenti ed altre simili meteore che si mostrano sotto diverse forme, ora infiammandosi pacificamente nel seno degli strati dell' aria ove si trovano sparse, altre volte serpeggiando in rivi di fuoco nell' atmosfera a misura che l' infiammazione le precipita le une su le al-

tre, o le allontana e le dissipa in differenti sensi. Da ciò ancora quei fuochi fatui che svolazzano a qualche piede da terra, che sembrano errare alla ventura, e che cagionano tanto spavento al volgo ignorante.

Qualche volta queste ultime meteore sembrano tutte ad un tratto sparire ed estinguersi, senza dubbio perchè delle macchie o degli alberi intercettano la loro luce; ma esse ricompariscono in altri posti. I fuochi fatui sono assai rari nei paesi freddi; e si assicura che nell' inverno si mostrano essi principalmente nei luoghi più paludosi. In Spagna, in Italia e in altri paesi caldi son comuni in ciascuna stagione, e nè la pioggia, nè il vento gli estinguono. Se ne vedono assai di frequente nei luoghi ove vi sono delle piante e delle materie animali putrefatte come i cimiteri, le cloache, i terreni grassi e paludosi.

La superstizione che non concepisce come simili fenomeni possano avere delle cagioni naturali, gli riguarda con spavento, e pochi spettatori hanno il coraggio di avvicinarvisi. Agli occhi

dell' ignoranza sono le anime dei morti, ovvero dei maligni spiriti che quà e là vanno errando, e che durante le tenebre della notte si compiacciono di traviare i viandanti.

Ciò che può solo aver dato luogo a questa ridicola opinione, si è che abbiamo osservato che i fuochi fatui fuggono coloro che gli seguitano, ed inseguono al contrario quelli che cercano di evitarli fuggendo: essi si attaccano ancora ai carri che corrono con rapidità. Ma niente di più facile quanto la spiegazione di tal fenomeno. La persona che segue un di questi fuochi scaccia l' aria, e per conseguenza il fuoco d'avanti a se; colui che fugge lascia dietro di se uno spazio vuoto, che l'aria ambiente riempie tosto; ciò che produce una corrente che va dal fuoco alla persona e che seco conduce necessariamente la meteora: così si osserva che ella si arresta quando si cessa di correre..

Quanto gli uomini sono ingegnosi a tormentarsi per dei vani terrori, per degli spaventi che non hanno altro fondamento che un' immaginazione sre-

golata! Per liberarci da una moltitudine di timori che ci agitano, non bisognerebbe sovente che darci la pena di meglio esaminare gli oggetti che ci colpiscono, e di ricercarne le cause naturali.

Ma non è soltanto in riguardo dei fenomeni della natura, che siamo sì soggetti all'errore; è parimente in riguardo delle cose morali: con quale ardore gli uomini corrono dietro ai beni della fortuna, senza esaminare se meritino tanta premura, e se possano procurare la felicità che se ne attende! La maggior parte degli ambiziosi e degli avari non son più felici nella ricerca degli onori, e delle ricchezze di quel che sia l' insensato che corre dietro i fuochi fatui, senza poter raggiungerli. Che ottenghiamo noi dopo tanto dagli sforzi continui che facciamo per acquistare questi beni, che per la lor natura e loro durata sono così simili alle leggeri meteore che vedonsi infiammarsi nell' aria? D' ordinario i beni terreni sfuggono a colui che gli seguita con tanto ardore, e cadono in sorte a colui che sembra sfuggirli.

CONSIDERAZIONE CCXXXVII.

Il fuoco elettrico: l' elettricità artificiale.

Da più di un mezzo secolo l' *elettricità* pone sotto i nostri occhi dei fenomeni singolari la cui cagione sembra appartenere al sistema della natura. Si dà questo nome alla proprietà di un corpo messo in stato di attrarre, o di rispingere delle piccole paglie, delle piccole penne, o altri corpi leggeri che gli si presentano ad una certa distanza. La *materia elettrica* o il fluido, che per il suo moto produce queste attrazioni, e repulsioni, non è verisimilmente che una modificazione particolare del fluido igneo. Un corpo *elettrizzato* è quello nel quale il fluido elettrico è stato messo in azione per il soccorso della natura o dell' arte. Questo fuoco sembra distribuito in tutti i corpi; ma di esso non succede come dell' aria che sfugge i nostri sensi fuorchè quando ella è agitata. Bisogna medesimamente che l' equilibrio rotto da una forza qualunque si rista-

bilisca perchè il fuoco elettrico divenga sensibile.

Tutti i corpi sono elettrizzabili: ma tutti non si elettrizzano nell' istessa maniera. Riguardati relativamente all'elettricità, possono essi dividersi in due classi.

Negli uni, il fluido elettrico può essere eccitato ed aumentato dallo sfregamento: gli altri non si elettrizzano, o si elettrizzano infinitamente poco per via di confricazione, e non ricevono che per la comunicazione dei primi tutta la lor forza elettrica. I corpi della prima specie sono principalmente il vetro, la pece, la resina, la ceralacca, la seta, i capelli, l'aria: gli altri, ma particolarmente l' acqua e i metalli appartengono alla seconda. Quelli possono esser messi in stato di conservare la materia elettrica in essi radunata: questi al contrario la perdono con l' istessa celerità che l' hanno ricevuta.

Si appella *macchina elettrica* l' istrumento col quale, per mezzo di una ruota, si imprime un moto rapido ad un globo o ad un piatto di vetro che gi-

rando sfrega contro la mano o contro dei guancialetti. Per l'effetto di questo sfregamento il globo o il piatto acquista la virtù elettrica, che può estendersi tanto lungi quanto si desidera, in virtù di bacchette di ferro o di catene che comunichino col piatto. Se si porta la mano sopra una di queste bacchette provasi una scossa, e se l'esperimento si fa allo scuro si vede uscire dal punto del contatto una brillante scintilla. Molte persone formando un cerchio col tenersi per mano ricevono nel tempo istesso la commozione elettrica che è facile di rendere più o meno violenta, sfregando più o meno lungamente il globo, o il disco. Si può anco dare al fluido elettrico il grado di forza necessario, non solo per ammazzare delle passere ed altri piccoli animali, ma dei polli, dei capponi, dell'oche, ed anco delle pecore. Questa esperienza si fa col mezzo di gran bottiglie di vetro piene d'acqua, e legate fra loro con dei fili di metallo, i quali le uniscono alla palla di vetro esposta all'attrito di cui abbiam parlato di sopra. Una luce brillante,

un rumore sonoro, una commozione violenta, l' accensione delle materie combustibili, e la morte degli animali sono gli effetti di tal esperienza. Se ne manifestano altri ancora, e che sono comuni a tutte quelle di simil genere: voglio dire un odore d' aglio, un' agitazione nell' aria ec.

Avvicinando il viso o la mano a un conduttore terminato in punta, si sente che egli emana da questa punta un torrente di materia elettrica, e le punte che rigettano così il fluido, servono egualmente ad attrarlo. Si sa che i cavalli, i cani, i gatti, qualche volta ancora degli uomini possono divenire elettrici al punto di gettare delle scintille allorchè si sfregano.

Il tempo, può darsi, ci insegnerà a ricavare vantaggio dall' elettricità. Non si può per altro dire assolutamente che fin quì ella sia stata senza utilità. I medici hanno tentato di applicare alla loro arte i fenomeni che presenta; e si hanno esempi di membra paralitiche guarite dalla commozione elettrica. Essa ha dato luogo ad una nuova teoria del fulmine, ed ha cangiate le idee

che si erano formate di questa terribil mêteora.

Così da un tempo all'altro noi riceviamo nuove soluzioni degli enimmi, che racchiudono le opere del Creatore. Ah che pur troppo le vedute degli uomini son limitate, non facendo essi attenzione alle cose più importanti, e a quelle poste sotto i loro occhi, mentre i fenomeni dell' elettricità sono stati sconosciuti per tanti secoli! Anche di presente quanto pochi sono quei segreti della natura che ci sieno rivelati! e quanti ve ne resteranno sempre nascosti sotto il velo del mistero!

CONSIDERAZIONE CCXXXVIII.

L' elettricità naturale: il tuono.

Chi mai l' avrebbe creduto, che quella potenza per la quale i corpi leggeri sono attratti da un pezzo d'ambra, potesse essere un giorno riconosciuta come uno dei gran principj che la natura mette in azione per animare, mantenere, e sostenere le sue opere? Quella catena immensa fra questa at-

trazione, e quei fulmini terribili che minacciano la terra di una vicina distruzione; fra queste meteore spaventose, e quel principio dolce e tranquillo che insinuandosi a traverso i corpi animati fa circolare più liberamente tutti i fluidi, e con essi mantiene la vita e la salute! I fenomeni i più opposti in apparenza debbono la loro origine a una medesima causa: l'elettricità. Una nube oscura s'inalza dall'orizzonte, estende il suo folto velo sull' azzurro dei cieli e invola ai nostri occhi i raggi del sole. L'oscurità l'accompagna; porta essa nel suo seno la devastazione, e la morte: il terrore la precede, e la desolazione la seguita. Si squarcia ella; mille fuochi scintillanti ne escono slanciandosi, e precipitandosi sulla terra. Un sordo strepito romoreggia per l'aria. Questo non è interrotto che da squarcianti saette: il fulmine è partito, e di già quelle quercie orgogliose la di cui testa altera affrontava le tempeste, son ridotte in polvere; di già quei superbi edifizj che sembravano sfidare la mano del tempo, son divenuti preda di divoranti

fiamme. Non è bastante che il cielo in tempesta lanci da ogni parte questi fulmini formidabili; la terra si unisce vuomitando dei fuochi che vanno ad incendiare l'aria.

E' un fatto dimostrato che sovente il cielo e le nubi si trovino elettrizzate; quantunque non si sappia che poco per qual meccanismo fisico segua tal fenomeno. Una verga di ferro situata su degli appoggi incapaci di elettrizzarsi, e collocata in un luogo eminente, come sarebbe la torre di un castello, o la sommità di una piccola montagna, si elettrizza per comunicazione, quando una nube elettrizzata vi si avvicina o la tocca, ricevendo allora subitamente o a poco a poco il fuoco elettrico di cui la nube è caricata.

Così accade in un uomo che riceve il fuoco elettrico di cui è sopraccaricato un conduttore elettrizzato, sia che egli lo tocchi immediatamente, ovvero col mezzo di una catena; con questa differenza che la nuvola può a ragione della sua grande estensione comunicare alla verga una quantità di fuo-

cò elettrico infinitamente più considerabile di quella che invia il globo al conduttore.

Quando la verga, o come suol dirsi il palo, non comunica che con delle nubi o con dei vapori non elettrizzati, essa non dà alcun segno di elettricità; ma se questa nube o questi vapori sono elettrizzati, allora essa produce in grande tutti i fenomeni che si osservano in piccolo nel conduttore elettrizzato. La sua punta scaglia un torrente di materia luminosa in forma di razzo: tutta la sua superficie attrae e rispinge con violenza i piccoli corpi contigui; e se qualche essere vivente si colloca in vicinanza a lei e nella sua sfera di attività, esso ne riceverà una commozione, capace di dargli subitamente la morte.

Gli effetti del fulmine si manifestano per mezzo dei colpi che fanno sentirsi da lungi, e per mezzo dell'accensione. Gli edifizi che ne sono colti restano sovente preda delle fiamme. Gli uomini che esso ha colpiti, restano anneriti, e bruciati; qualche volta non ostante non vi si scuopre alcuna trac-

cia di fuoco: la sola violenza del colpo gli ha ammazzati. I loro abiti sono in pezzi; il fulmine rovesciandoli gli ha gettati a qualche distanza dal luogo ove erano; e la parte del corpo che è stata colpita, è sovente traforata. Quindi delle gran pietre restano rotte dal fulmine, e si scuoprono le sue devastazioni nei luoghi dove è caduto.

L' elettricità ci presenta i medesimi effetti, ma in un grado minore. Allorchè col mezzo dell' acqua la sua forza è aumentata, il lampo elettrico è seguito da una commozione assai sensibile; dei corpi molto compatti restano traforati; degli uccelli, ed altri animali perdono la vita, e ciascun lampo è accompagnato da un colpo. Questo torrente di fuoco che esce fischiando dalla punta dei corpi elettrizzati, è uno dei fenomeni che si ritrovano nel tuono; e in riguardo della celerità vi è ancora la più grande assomiglianza tra il fulmine, e l' elettricità. Allorchè in un tempo di burrasca si sospende in aria aperta a dei cordoni di seta una spada o una catena, que-

sti corpi diventano elettrici. Se si approssima il dito ne escono delle faville che partono con splendore, e la cui forza si regola su quella della nube e sulla sua distanza. In una parola tutti gli effetti della elettricità si manifestano in tempo di burrasca; e non è più possibile di dubitare che il lampo ed il tuono non sieno l'effetto di un violento fuoco elettrico.

Le scoperte della chimica moderna gettano la più gran luce sulla cagione dei tuoni, e delle burrasche. Rammentiamoci che l'idrogeno, e l'ossigeno sono i due costituenti dell'acqua. Finchè questi principj ridotti in gas dal calorico, e dalla luce sono in contatto al freddo l'uno con l'altro, essi non producono infiammazione veruna, e non si forma acqua; ma se si avvicina alla mescolanza un corpo in accensione, che si comprima fortemente, o che se l'imprima una scossa violenta e forte, allora i due gas cominciano a combinarsi, la combustione si opera, e l'acqua si forma.

Sembra che accada un fenomeno analogo nell'atmosfera, quando degli

ammassi di idrogeno e ossigeno vengono a combinarsi con l' ajuto della scintilla elettrica. Le detonazioni atmosferiche debbono esser l' effetto della combustione di questi due gas, la cui riduzione in acqua cagiona necessariamente un vuoto immenso: così i colpi di tuono son seguiti assai sovente da una pioggia rapida. Alcune pioggie burrascose sembrano dovute parimente ad una formazione istantanea d' acqua nell' atmosfera.

Tutto ciò che apparisce funesto o maraviglioso nei fenomeni naturali, dispare dunque a misura che uno si famigliarizza con le osservazioni. Ogni superstizioso timore che si mescola sovente alla vista di tai fenomeni, sarebbe ben tosto annientato, se si volesse riflettervi, ovvero consultare le persone istruite. Impieghiamo i lumi che abbiamo acquistati sulla natura del fulmine, a bandire almeno in parte i terrori che s' impadroniscono sì fortemente dell' anima nostra all' avvicinamento delle burrasche; in avvenire limitiamoci a sollevare i nostri sguardi verso il Dio che opera sì grandi effetti sotto i no-

stri occhi. Non obliamo giammai che la natura dell' atmosfera da cui siamo circondati, rende questo fenomeno indispensabile: che nelle mani del Sovrano dell' universo, le burrasche sono un mezzo di fertilizzare la terra, e quantunque in casi particolari la sua giustizia possa dirigerli in maniera da farne un soggetto di prove, o l' istrumento di sue vendette, siamo abbastanza giusti e saggi per convenire che in generale debbono essi esser per noi un nuovo motivo di rendergli un tributo di riconoscenza e di adorazione.

CONSIDERAZIONE CCXXXIX.

Su i progressi che hanno avuto luogo relativamente all' elettricità naturale, al palo elettrico, altri fenomeni elettrici.

L'analogia tra il fluido elettrico, e la materia del tuono, era stata di già sospettata da differenti fisici, allorchè Francklin dopo aver riconosciuto il potere delle punte di cui abbia-

mo precedentemente parlato, propose di elevare in aria una verga di ferro terminata in punta acuta, e di servirsene per verificare questa analogìa medesima. Dalibard fu uno dei primi che mise in esecuzione l'idea di Francklin. Fece egli costruire presso Marly-la-Ville una capanna sopra la quale era fissata una sbarra di ferro di quaranta piedi di lunghezza isolata al basso. Una nube tempestosa essendo passata in vicinanza della sbarra, diede questa delle scintille all'avvicinarvi di un dito, e si riconobbero gli effetti dei conduttori ordinarj che si elettrizzano con l'ajuto delle nostre macchine.

Romas che coltivava a Lilla la fisica, spinse l'ardire al punto di dirigere verso le nubi un cervo-volante armato di una sbarra appuntata, e la di cui corda intrecciata con un filo di metallo terminava al basso con un cordone di seta per tenerla isolata, e preservare l'osservatore dall'esplosione. Si videro uscire da questo apparecchio dei getti spontanei di luce di dieci piedi di lunghezza con un rumore simile ad un colpo di pistola. I peri-

coli di tutte l'esperienze di tal genere sono sì evidenti, anche supponendo delle precauzioni, che non posson esser tentate che da quelli nei quali la curiosità è più forte del timore. Molti fisici rovesciati agli urti che riceverono nel ritrarre delle scintille da un apparato che comunicava con l'interno del loro appartamento, ebbero a pentirsi di essersi procurati un ospite così formidabile. Il celebre Richman professore di fisica a Pietroburgo vi perse la vita in una circostanza che sembrava fatta per rendere la lezione più sensibile: fu egli rovesciato da una parte dell'apparato stesso che aveva disposto per misurare la forza dell'elettricità delle nubi.

Francklin, immaginando di estrarre la materia del fulmine erasi proposto un fine più filosofico di quello che far delle esperienze elettriche. Pensava egli che se si stabiliva una comunicazione fra una verga di ferro inalzata sopra una fabbrica, e il seno della terra, la verga potesse preservare la fabbrica da una esplosione, attingen-

do il fluido dalle nubi tempestose che passassero in vicinanza. Dietro quest'idea si son costruiti in molti luoghi degli strumenti di tal specie, ai quali si è dato il nome di *pali elettrici*.

Nella parte più elevata di un edifizio, ove posa una sbarra di ferro di forma cilindrica terminata in punta, e di cui l'estremità inferiore termina in un sostegno di vetro massiccio. Una piccola catena di metallo attaccata alla sbarra di ferro alcuni pollici sopra al sostegno, è guidata da un condotto di vetro fino all'estremità del tetto, d'onde essa pende liberamente per recarsi ad un pozzo smaltitojo. Questa macchina sì semplice garantisce l'edifizio dagli effetti del fulmine, soprattutto se per prevenire la ruggine si fa dorare almeno la parte della sbarra terminata in punta. Il fulmine non essendo che un'elettricità naturale compressa nella nube, se questa nube passa sulla fabbrica armata di palo elettrico, la materia elettrica che ella contiene attratta dalla punta di ferro scende dietro la piccola catena nel pozzo ove essa scoppia sovente di una sensi-

bil maniera e qualche volta in modo spaventoso, ma sempre senza pericolo.

Tra i fisici gli uni hanno riguardato i vantaggi dei pali elettrici come incontrastabili; altri hanno pensato che l'azione di questi strumenti dovesse esser troppo debole per proteggere l'edifizio che ne era armato: questo è, dicevano essi, volere sviare col mezzo di un semplice tubo un gran fiume pronto a inondare. Alcuni parimente hanno preteso che i pali elettrici fossero più proprj a provocare la caduta del fulmine sull'edifizio, che a prevenirla; ma non si può dubitare dell' utilità di queste macchine, soprattutto da che l'esperienza ha insegnato che una esplosione che d'altronde pareva inevitabile, era accaduta sulla punta stessa del palo elettrico senza che l'edifizio ne fosse restato leso. Si presentò alcuni anni sono all' Accademia delle Scienze una verga di palo elettrico sulla quale il fulmine era caduto, e la di cui punta era rintuzzata; e sembrava essere stata fusa. Il fluido elettrico aveva seguito la comunicazione stabilita tra la verga di ferro

e il sen della terra, e la casa era restata intatta. Ma allorquando si vogliono inalzare dei pali elettrici sopra edifizi di una certa estensione, è necessario moltiplicarli. Essi non debbono essere troppo vicini mentre così si nuocerebbero fra loro. D'altronde debbono essere assai vicini perchè le lor differenti sfere di attività non lascino alcuno spazio intermedio. Una distanza di sessanta piedi serve tra un palo elettrico e l'altro.

Il palo elettrico non si limita, come si vede, a tirare in silenzio il fluido elettrico, quantunque i suoi servigj anche in tal caso non sian da rigettarsi; ma il suo momento decisivo è quello in cui tutto annunziando una esplosione vicina si presenta egli per riceverla, e determina il fluido a prender la strada tracciata anticipatamente dal fisico accanto all'edifizio, il quale se la passa collo scuotimento cagionato dal rumore.

Non abbiamo ancora veruna cognizione ben certa sulla maniera con cui le nubi si elettrizzino. Alcune esperienze posson servire a spiegare la tra-

smissione di una piccola quantità di fluido elettrico che l'aria toglie agli oggetti terrestri. Si è osservato che i corpi che si convertono in vapori, tolgono ai vasi isolati con i quali essi erano in contatto, una parte dell'elettricità propria di questi corpi. Si spiega egualmente coll'elettricità la formazione di quelle meteore alle quali il volgo ha dato il nome di stelle cadenti, e di quei globi infiammati che traversano l'aria rapidamente, e terminano con una esplosione. Vi è apparenza che queste meteore siano dovute al gas infiammabile che si sviluppa dalle paludi, e s'inalza in seguito fino ad una certa altezza nell'atmosfera, ove si accende al contatto del fluido elettrico.

Indipendentemente da tutti questi effetti che propriamente appartengono alla fisica, ve ne sono parecchi dei quali questa scienza divide l'osservazione coll'istoria naturale. Si conosceva da lungo tempo una specie di pesce del genere delle razze, che si è chiamato *torpedine*, poichè si era osservato, che cagionava un torpore nelle

membra di colui che lo tocca. Dell'esperienze decisive han verificato le congetture che attribuivano questo fenomeno all'elettricità. Parecchi spettatori adunati in giro, e il primo dei quali comunicava colla faccia inferiore del pesce, han risentito la commozione al momento in cui l'ultimo toccava con un eccitatore la faccia superiore. L'anatomia ha scoperto nel corpo di questo pesce un organo particolare, nel quale l'animale ha la facoltà d'eccitare un moto alternativo di contrazione e di dilatazione, d'onde sembrano resultare le due specie d'elettricità che risiedono nelle due faccie del suo corpo, e producono sulle persone vicine gli effetti della boccia di Leida.

Si è riconosciuta la stessa virtù in molti altri pesci, tali come l'anguilla del Surinam, e il tremolante del Niger. L'elettricità del primo di questi pesci agisce con molto più d'energia di quella della torpedine. Fattane l'esperienza, si è giunti ancora a scorgere una scintilla fra due corpi metallici collocati ad una assai piccola distanza l'un dall'altro, e che comu-

nicavano con i corpi a traverso i quali si faceva la scarica dell' elettricità.

I pesci dotati di tal virtù, se ne servono come d'un arme invisibile, per trasmettere attraverso all' acqua una violenta scossa contro i pesci di una speciè diversa, sopra i quali si gettano dopo averli sbalorditi, e ne fanno preda. Quì realmente può dirsi che il vincitore fulmina il suo nemico.

La mineralogìa presenta parimente i suoi fenomeni particolari d' elettricità. Molti cristalli, tra gli altri la tormalina, hanno la proprietà di elettrizzarsi in virtù del calore, che produce lo stesso effetto dello sfregamento sulle pietre ordinarie.

Malgrado i progressi che ha fatto ai giorni nostri la teorìa del fluido elettrico, molto vi bisogna perchè tutto sia detto su tal materia. Parecchie questioni importanti si presentano ancora a risolversi. Come agisce il calorico per elettrizzare un corpo? Come l' attrito stesso produce quest' effetto? D'onde provien la luce che accompagna la scintilla o il razzo elettrico? Qual' è l' influenza dell' elettricità in

molti fenomeni singolari, tali come l'aurore boreali? ec.

Queste questioni son tante morse che restano sul vasto edifizio che inalza a tale oggetto la teorìa; e l'aspetto solo delle parti delicate ove sono state lasciate, annunzia la difficoltà di trovare e i materiali che ancora mancano e delle mani atte a impiegarli con successo. Chi potrebbe anche assicurare che fra questi oggetti non ve ne siano degli affatto impenetrabili allo spirito umano?

CONSIDERAZIONE CCXL.

Della natura, e delle proprietà della luce.

Noi proviamo ad ogni momento l'utilità di questo fluido brillante e sottile, che illumina e colora tutta la natura, che colpendo i nostri occhi, dà alla nostr'anima l'imagine degli oggetti sensibili: vi dipinge la lor figura, la lor situazione, i loro colori. Ma d'onde emana la materia luminosa? E' essa una sostanza particolare sparsa

da ogni parte, e che non abbia bisogno per brillare, che d'essere agitata dai corpi luminosi? Ovvero sgorga essa ad ogn' istante dal sole e dalle stelle?

La luce sembra essere un torrente di molecole infinitamente piccole, che il corpo luminoso lancia continuamente dal suo seno con una incomparabil velocità; e che si porta in linea retta a delle distanze infinite. In effetto, si concepiscano il sole e le stelle come delle fornaci immense ove esiste un fuoco assai attivo e violento, e così si formerà un' idea della teorìa della luce. Queste fornaci vibrano dal lor seno un' infinità di torrenti d' una materia sottilissima, che un moto rapido trasporta per l' immensità dello spazio: quindi l' *inconcepibil celerità* della luce, e il suo moto in linea retta e in raggi divergenti. Questa materia infinitamente elastica, incontra qualche volta delle sostanze che non può penetrare: quindi la *riflessione della luce* al riscontro di un corpo impenetrabile ai suoi raggi. Questi raggi medesimi riscontrano un corpo trasparente che resiste più o meno alla lor direzione

primitiva, e quindi la *refrazione della luce*, quando ella passa da un mezzo ad un altro più o meno penetrabile. Tal è l'oggetto della catottrica, e della diottrica.

Incomparabilmente più sottile del fuoco, la luce traversa in un istante il vetro e gli altri corpi diafani, che quest'elemento non penetra che lentamente. Bisogna dunque che i pori del vetro siano assai più permeabili alla luce, che ella gli penetri facilmente e senza ostacolo; mentre il fuoco, meno sottile, v'incontra maggior resistenza. Il fuoco del pari si diffonde assai più lentamente della luce. Dei carboni ardenti situati in una stanza, non la riscaldano che a gradi; all'incontro la luce di una candela subitamente l'illumina, e si scorge in un momento da per tutto ove i suoi raggi posson giungere. Da questi fatti concludiamo che il fuoco e la luce sono non sostanze diverse, ma una sostanza diversamente modificata, poichè la vediamo quasi sempre andar di concerto, e l'una può cagionar l'altra. Forse non vi è fra loro differenza, se non che la luce è

dotata di una celerità estrema, mentre che il calorico, o il fuoco è il medesimo principio, privo di questo moto progressivo.

Le proprietà e gli effetti della luce non son meno incomprensibili della sua natura: la rapidità con cui ella si propaga è prodigiosa. Se la sua celerità non fosse maggiore di quella del suono, essa impiegherebbe diciassette anni per giunger dal sole fino a noi. Ma siccome ella percorre circa ottanta mila leghe per secondo, non impiega che circa sette minuti in quest' enorme tragitto. In questo corto intervallo, un raggio percorre più di trentatre milioni di leghe; e siccome il suono non percorre che centosettantatre tese nel medesimo tempo, ne segue che un raggio di luce è cinquecentonovantamila volte più sottile di una particella d'aria, quantunque questa non possa scorgersi nè colla semplice vista, nè col soccorso di lenti che più ingrandiscan gli oggetti. Si congettura che i raggi partiti da una stella fissa, debbono, per giungere ai nostri occhi, percorrere uno spazio che una palla

da cannone non percorrerebbe che in centoquattro migliaja d' anni. Di qual tenuità non debbono esser dunque le molecole della luce per non cagionare i più gran danni sulla terra? Essa la cui celerità è circa novecento mila volte più grande di quella di una palla che esce dal cannone? Se esse avesser qualche proporzione coi più piccoli corpi che la nostra immaginazione possa concepire, la lor massa moltiplicata da questa eccessiva celerità, avrebbe una forza capace di dar la morte a tutti gli esseri viventi; di fulminar le foreste, gli edifizi, gli scogli più duri, e di produrre in tutte le parti del nostro globo, le scosse più violente.

L' espansione della luce non è meno inconcepibile della sua tenuità. Lo spazio ove ella si spande non ha altri limiti che l' universo. Quindi ne segue che dei corpi celesti infinitamente lontani, possono esser distinti colla semplice vista o coll' ajuto dei telescopj: e con degl' istrumenti che estendesser la nostra vista così lungi quanto la luce può spandersi, noi scopriremmo dei corpi situati all' estremità del mondo?

E' certo che il nostro intendimento è troppo limitato per discernere tutti i fini che Dio si è proposti relativamente alle proprietà della luce; ma non lo è così da non trovar facilmente la spiegazione di molte cose che vi hanno rapporto, se volessimo unirvi una conveniente attenzione. Perchè, per esempio, la luce si propaga da ogni parte con una celerità sì prodigiosa, se non per la ragione che un numero infinito d'oggetti possano essere scorti nel tempo stesso da un' infinità di persone? Se i raggi si muovono con tanta rapidità, non è ancor per motivo di potere scuoprir prontamente gli oggetti i più lontani? Se la lor propagazione fosse più lenta, ne resulterebbero grandi inconvenienti per la terra: la forza e la vivacità della luce resterebbero estremamente indebolite e rallentate; i raggi sarebbero molto meno penetranti, e l'oscurità non si dissiperebbe che a fatica e lentamente. Perchè le particelle della luce sono di una sottigliezza quasi infinita, se non per l'oggetto che possano agire anche sugli occhi i più pic-

coli? Perchè queste particelle non hanno maggior densità? Perchè sono esse sì rare, se non a fine che esse non ci abbaglino col loro splendore, e che non ci nuocano col lor calore, e che come abbiamo detto, non feriscano l'organo della vista? Perchè i raggi son rifratti in tanti modi, se non a fine di poter meglio distinguere gli oggetti che si presentano ai nostri sguardi?

Così il Creatore si propone sempre l'utilità e il ben generale delle sue creature. Qual riconoscenza non gli debbo io per disposizioni così saggie e così benefiche! Senza la luce quante sorgenti di godimento si seccan per l'uomo; e in qual stretto circolo non resterebber racchiuse le sue cognizioni ed occupazioni!

Fine del Volume ottavo.

INDICE

DELLE CONSIDERAZIONI

Che si contengono nel presente volume

LIBRO QUARTO

L' Acqua.

LIBRO QUINTO

L' Aria.

LIBRO SESTO

Il fuoco.